

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)

Кафедра Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра
освітньо-кваліфікаційний рівень (бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Царенко Юрія Вікторовича
академічної групи 184М-193-7
спеціальності: 184 Гірництво
спеціалізації¹ «Відкрита розробка родовищ»
за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

на тему: «Обґрунтування технологічних схем рекультивції та
ревіталізації внутрішніх відвалів Мотронівського ГЗК».
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>Собко Б.Ю.</i>			
розділів:	<i>Собко Б.Ю.</i>			

Рецензент	<i>Черняєв О.В.</i>			
------------------	---------------------	--	--	--

Нормоконтролер	<i>Пчолкін Г.Д.</i>			
-----------------------	---------------------	--	--	--

Дніпро
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

_____ Б.Ю. Собко
(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня _____ магістр

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Студенту _____ Царенку Юрію Вікторовичу

академічної групи _____ 184М-19З-7

спеціальності: _____ 184 Гірництво

спеціалізації¹ _____ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво»

**на тему: «Обґрунтування технологічних схем рекультивції та
ревіталізації внутрішніх відвалів Мотронівського ГЗК».**

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

<i>Розділ</i>	<i>Найменування етапів роботи</i>	<i>Термін виконання</i>
<i>Розділ 1</i>	<i>Аналіз сучасного стану напрямів досліджень у даній галузі</i>	<i>15.10.2020</i>
<i>Розділ 2</i>	<i>Гірничо-геометричний аналіз Мотронівсько-Аннівської ділянки Машишевського родовища. Розробка алгоритму розрахунку гірничо-геометричного аналізу.</i>	<i>30.10.2020</i>
<i>Розділ 3</i>	<i>Обґрунтування варіантів рекультивції гірничих виробок Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського титано-цирконієвого родовища</i>	<i>11.11.2020</i>
<i>Розділ 4</i>	<i>Апробація отриманих параметрів технологічних схем рекультивції гірничих виробок</i>	<i>30.11.2020</i>

Дата видачі завдання: 15.10.2020 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 18.12.2020 р.

Завдання видав

_____ Б.Ю. Собко

Завдання прийняв до виконання

_____ Ю.В. Царенко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 13 рис., 13табл., 16 джерел.

Об'єкт досліджень – відвали розкривних порід та технологічні схеми гірничотехнічної рекультивації відвалів Мотронівсько–Аннівської ділянки Малишевського титано-цирконієвого родовища.

Предмет досліджень – варіанти способів рекультивації зовнішніх відвалів.

Мета роботи: вибір та обґрунтування раціонального варіанту рекультивації кар'єру Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського титано-цирконієвого родовища.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених завдань було використано: аналітичний, графоаналітичний та графічний методи досліджень.

Наукова новизна проведених досліджень полягає у:

- розробці алгоритму проведення розрахунків при гірничо-геометричному аналізу кар'єрного поля;
- обґрунтування оптимального варіанту рекультивації зовнішніх відвалів при відкритій розробці горизонтального родовища.

Галузь використання: результати наукових досліджень, що наведені в роботі можна використовувати для проектування розробки горизонтальних родовищ корисних копалин.

Практичне значення результатів роботи полягає у:

- обґрунтуванні оптимального варіанту рекультивації зовнішніх відвалів;
- в розробці рекомендацій, що до алгоритма проведення гірничо-геометричному аналізу кар'єрного поля.

Ключові слова: горизонтальні розсипні родовища, коефіцієнт розкриву, кар'єр, рекультивація порушених земель, гірничотехнічна рекультивація.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДАНІЙ ГАЛУЗІ.....	8
2. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА МОТРОНІВСЬКО–АННІВСЬКОЇ ДІЛЬНИЦІ МАЛИШЕВСЬКОГО ТИТАНО-ЦИРКОНІЄВОГО РОДОВИЩА.....	14
2.1. Геологічна характеристика району родовища	14
2.2. Геологічна будова Мотронівсько-Аннівської ділянки	16
2.3. Гідрогеологічна характеристика розсипу.....	23
2.4. Інженерно-геологічна характеристика	24
2.5. Фізико-механічні властивості порід	26
2.6. Коефіцієнт розкриву	28
3. ГІРНИЧО-ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ КАР’ЄРНОГО ПОЛЯ.....	30
3.1. Метод, що застосовується при гірничо-геометричному аналізі кар’єрного поля	30
3.2. Розробка алгоритму проведення розрахунків при гірничо-геометричному аналізі.....	31
3.3. Результати гірничо-геометричного аналізу кар’єрного поля.....	32
4. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА.....	40
4.1. Термін розробки кар’єру та режим роботи гірничого підприємства..	40
4.2. Розкриття родовища.....	41
4.3. Система розробки	44
4.4. Відвальні роботи	47
5. ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ	51
5.1. Гірничо-технічна рекультивація з застосуванням комплексу «екскаватор–автосамоскид–бульдозер».....	53
5.2. Гірничо-технічна рекультивація з застосуванням автоскреперів.....	56

6.	ПОРІВНЯННЯ	ВАРІАНТІВ	ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ	
	РЕКУЛЬТИВАЦІЇ			60
7.	ПРИКЛАДИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ГІРНИ-			
	ЧИМИ РОБОТАМИ.....			67
	ВИСНОВКИ.....			72
	ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....			73
	Додаток А			75
	Додаток Б			76

ВСТУП

Найбільш перспективна ділянка по запасах титано - цирконієвих руд в і по географічному розташуванню в Україні та Європі є Мотронівсько - Аннівська ділянка Малишевського родовища.

Промислові запаси Мотронівсько-Аннівського розсипу, представлені горизонтально залягаючими шарами рудних пісків неогенового віку, під комплексом розкривних осадових порід неоген-четвертинного віку потужністю до 50 м. Оскільки середній коефіцієнт розкриву на родовищі складає $4 - 5 \text{ м}^3 / \text{м}^3$ то можлива розробка розкривних та видобувних порід з застосуванням розкривних комплексів устаткування безперервної дії, так і із застосуванням автотранспортної системи розробки. При цьому можливі різні варіанти принципів схем розкриву, відвалоутворення та напрямку розробки родовища від яких залежить строк гірничо-капітальних робіт та певний проміжок часу для виходу кар'єру на виробничу потужність.

Підвищення техніко-економічних показників гірничого виробництва забезпечено постійним вдосконаленням технології і управління, вибором оптимального комплексу основного обладнання, застосування сучасних систем управління гірничотранспортним обладнанням з використанням ГІС та GPRS систем.

Згідно зі ст.16 Конституції України та Кодексу України про надра користувачі надр зобов'язані приводити порушені земельні ділянки у стан, безпечний для людей і майна та придатний для подальшого застосування за призначенням відповідно до Земельного кодексу. Традиційними нормативами передбачається *рекультивация* земель, тобто відновлення порушених гірничими роботами земель до культурного землеробства: вирівнювання відвалів, засипання виробок, нанесення родючого шару, внесення добрив, фітомеліорація. Рекультивовані землі передаються на баланс підсобного та лісового господарств, де організовано сівозміну, біологічна рекультивация - насадження лісів та створення рекреаційних водойм, проведення ревіталізації порушених земель. Врожайність на рекультивованих землях сягає середнього показника по району на другий і

третій рік; частина рекультивованих земель може бути передана для колективного садівництва.

Згідно законодавства України (ст. 34 ЗУ «Про відходи») при складуванні розкривних порід на строк понад 2 років без проведення рекультивованих робіт на відвалах - розкривні породи підпадають під кваліфікацію - «відходи».

Таким чином, обґрунтування оптимального варіанту рекультивації порушених земель при відкритій розробці горизонтального родовища є актуальною та сучасною задачею.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДАНІЙ ГАЛУЗІ

Під впливом розвитку промисловості відбулися помітні зміни в поверхневій частині атмосфери і в першу чергу в ґрунтовому шарі землі.

На сучасному етапі науково-технічного прогресу в зв'язку з розвитком промисловості охорона природи і раціональне використання природних ресурсів стає однією з найважливіших завдань суспільства. Особливого значення набуває проблема раціонального використання земельних ресурсів.

Гірничодобувна промисловість в Україні характеризується зростаючими обсягами видобутку корисних копалин (залізна руда, титано-цирконієві руди, каоліни, родовища будівельних матеріалів). Виконання поставлених завдань перед гірничою промисловістю можливо за рахунок будівництва нових підприємств та реконструкції існуючих. Основне зростання обсягів видобутку корисних копалин здійснюється за рахунок розвитку прогресивного відкритого способу ведення гірничих робіт.

До негативних наслідків відкритих розробок відноситься вилучення значних земельних площ із сільськогосподарського обороту і їх порушення при веденні гірничих робіт, зміна гідрогеологічних умов району ведення гірничих робіт і його ландшафтів, розвиток ерозійних процесів, а також перемішування порід з виносом на поверхню неродючих і навіть токсичних порід.

При відвалоутворенні розкриті породи, як правило, відсипають без урахування придатності їх для рекультивації, а при формуванні зовнішніх відвалів не завжди враховують вимоги раціонального землевикористання.

В процесі гірничого виробництва утворюються і швидко збільшуються площі, порушені гірськими розробками, відвалами порід, що негативно впливають на навколишнє природне середовище.

Гірниче виробництво є самим природоємким. У його процесах залучені всі види природних ресурсів: надра, земля, ліси, вода, атмосфера.

Одні експлуатуються, інші порушуються, викликаючи ті чи інші екологічні наслідки.

В результаті невідповідного ставлення до відновлення порушених земель відкритими гірничими роботами на сьогодні в Україні налічується більш ніж 1500 покинутих кар'єрів [7].

Найбільше порушено земель у Дніпропетровській (36,6 тис. га), Донецькій (25,2 тис. га), Львівській (11,6 тис. га) та Луганській (10,6 тис. га) областях.

З порушених земель у Дніпропетровській області значна частина змін ландшафту спричинена гірничодобувною діяльністю комбінатів Криворізького та Нікопольського рудних басейнів. В області видобувається 100 % загальноукраїнського обсягу марганцевої і майже 80 % залізної руди. На території регіону відкрито та розробляється більше трьохсот родовищ корисних копалин, видобувається більше 50 % загальнодержавних обсягів окремих видів мінеральної сировини.

Гірничодобувне виробництво впливає на взаємозалежні об'єкти природного середовища, що визначає характер заходів щодо охорони земельних ресурсів на кар'єрі. Станом на 2018 р. налічувалося понад 158 тис. га порушених промисловістю земель, з них понад 54 тис. га не експлуатуються, тобто повністю вилучені із господарського обігу [7].

На площах, відроблених кар'єрами та розрізами, внаслідок зовнішнього та внутрішнього відвалоутворення сформовано техногенний рельєф земної поверхні та породні масиви зі зміненими умовами поверхневого стоку і фільтрації атмосферних опадів, неоднорідною геолого-літологічною будовою: створилися штучні водоймища, змінилися зони живлення і розвантаження підземних вод та умови їх взаємозв'язку з поверхневими водами.

Таким чином, гірничі об'єкти екологічно нерівноважні. Для підтримки безпеки і екологічної рівноваги вони потребують постійних витрат зовнішньої енергії (відведення поверхневих і підземних вод, прибирання

продуктів сповзання схилів та обвалення виробок, заміна кріплення тощо). Різкі зміни соціальних і економічних умов, зростання собівартості продукції, а також неприпустимі екологічні наслідки гірничих робіт призводять до того, що багато кар'єрів і шахт закривають. При цьому виникають труднощі у фінансуванні діяльності з підтримки екологічної рівноваги і, як наслідок, спостерігається загострення соціальних і екологічних проблем. Спустошені землі на довгі роки залишаються без раціонального використання.

Безпека для людей і майна досягається шляхом попередження загрозливих геодинамічних процесів (провалів, обвалів, зсувів) та припинення забруднення довкілля. Придатність для використання у суспільному господарстві забезпечується завдяки створенню умов для економічно вигідного господарського використання території. Землі промисловості переводять в інші категорії: сільськогосподарські, лісогосподарські, природоохоронні, рекреаційні тощо.

Діючими нормативними документами передбачені наступні варіанти використання порушених земель:

3. складування порід та відходів у вироблений простір кар'єру;
4. сільськогосподарське та лісогосподарське використання;
5. використання у водному господарстві;
6. використанні для будівництва.

Традиційними нормативами передбачається *рекультивация* земель, тобто повернення до культурного землеробства: вирівнювання відвалів, засипання виїмок, нанесення родючого шару, внесення добрив, фітомеліорація.

Рекультивация за визначенням представляє собою комплекс робіт, спрямований на відновлення продуктивності порушених земель гірничими роботами. Вона складається з двох етапів: гірничо-технічного та біологічного. Гірничо-технічна рекультивация передбачає підготовку території гірничих виробок та відвалів для наступної біологічної рекультивации, формування поверхні відвалів та укосів у виробленому

просторі кар'єрів та покриття його родючим шаром ґрунту. Потужність родючого шару, що наноситься на сплановану поверхню – не менше 0,2 м.

Завданням рекультивації відновлюється біологічна продуктивність поверхневого шару земної поверхні – відновлення родючого ґрунту. Наприклад, рекультивовані землі для сільського господарства повинні відповідати наступним вимогам [12]: потужність коренезаселеного шару не менше 1 м, об'ємна маса не більше $1,5 \text{ г/см}^3$, вміст гумусу не менше 2 %, вміст водорозчинних сульфатів натрію і магнію не більше 5 %, хлоридів не більше 0,01 %, рН 6-8.

Технологія рекультивації порушених земель залежить від низки факторів.

Рельєф поверхні. Для вирощування польових культур нахил поверхні повинен бути не більше $1,5^\circ$, для лісових насаджень до $4-8^\circ$. Більше нахилені поверхні потерпають від ерозії.

Потенційно родючими є незасолені або слабо засолені ґрунти, зокрема лесовидні. Малопридатними є глини, засолені суглинки. Непридатними є скельні, або сильно засолені породи.

При веденні гірничих робіт забороняється проводити будь які роботи без попереднього зняття та складування родючого шару ґрунту для його подальшого використання при рекультивації.

Прикладом може служити позитивний досвід рекультивації, накопичений в Польщі на території сірчаних родовищ, відпрацьованих способом підземної виплавки сірки [16]. Для нейтралізації ґрунтів з вмістом більше 1% сірки вносять від 10 до 30 т/га вапняку. Ділянки, підтоплені внаслідок осідання поверхні над виробленим простором, засипають товстим шаром потенційно родючого ґрунту. Затоплені ділянки перетворюють у водойми. Всього рекультивовано більше 2 млн га земель з них біля 80 % в лісовому напрямку.

Серед вітчизняних комбінатів за площею непорушених земель, що відводять для розробки родовищ, на початок 2000-го року Покровський ГЗК

з видобутку марганцевих руд, був одним з найбільших. Комбінат являвся провідним в галузі відтворення земельних ресурсів, використаних кар'єрами. Тут землі використовували, а потім відновлювали у міру посування фронту гірничих робіт на значній площі. За час роботи марганцевих кар'єрів рекультивовано 7,1 тис. га земель під сільськогосподарські (63,7 %), водогосподарські (5,1 %), лісгосподарські (17,1 %) угіддя, потреби будівництва (13,1 %), рекреаційні потреби (1,0 %) [16].

Автори відмічають [16], що традиційний комплекс рекультивації вимагає великих фінансових та матеріальних ресурсів. На окремих етапах рекультивації можна спостерігати деградаційні явища: вітрова та водяна ерозія ґрунтів, загибель висаджених рослин і т.п.

Відновлений ландшафт виникає як результат взаємодії постмайнінгу з процесами природного самовідновлення. Оптимальним є шлях, при якому процеси самовідновлення спрямовують корегуючими діями так, щоб одержати найвищу цінність новоутвореного ландшафту при мінімальних витратах.

Весь цей комплекс автори [16] пропонують називати терміном «ревіталізація», або «відродження», що означає повернення ландшафту до життя у всіх його проявах. Цей термін ширший за рекультивацію. Ревіталізація включає наступні компоненти:

1. Постмайнінг – комплекс робіт, які виконуються в зоні діяльності гірничого підприємства після завершення видобутку корисних копалин: демонтаж обладнання, ліквідація гірничих виробок, впорядкування гідромережі, планувальні роботи на ділянках, придатних для рекультивації.

2. Самовідновлення – природні процеси, що відбуваються на заздалегідь визначених ділянках порушених земель, де проведення будь-яких гірничих чи рекультиваційних робіт недоцільне з точки зору майбутнього господарського використання.

3. Рекультивація і фітомеліорація – роботи, спрямовані на відновлення біологічної продуктивності та естетичної якості земель, придатних для лісового та сільського господарства, рекреації.

Питання рекультивації порушених земель досліджені в роботах д.т.н., проф. М.Г. Новожилова, А.Г. Шапаря, Г.Д. Пчолкіна, А.Ю. Дриженка, Б.Ю. Собка, к. геол. н. А.М. Гайдіна та інших дослідників.

2. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА МОТРОНІВСЬКО-АННІВСЬКОЇ ДІЛЬНИЦІ МАЛИШЕВСЬКОГО ТИТАНО-ЦИРКОНІЄВОГО РОДОВИЩА

2.1. Геологічна характеристика району родовища

Малишевське розсипне родовище титано-цирконієвих руд розташовано на правобережжі середньої течії річки Дніпро, у верхів'ї невеликої правої її притоки - річки Самоткань, по якій воно одержало свою першу назву - Самотканське.

У адміністративному відношенні родовище розташоване у південно-східній частині Верхньодніпровського району, крайньої північно-східної частини П'ятихатського району Дніпропетровської області. Загальна площа складає близько 39 км².

Контур гірничого відводу Мотронівсько-Аннівської ділянки представлений на рис. 2.1.

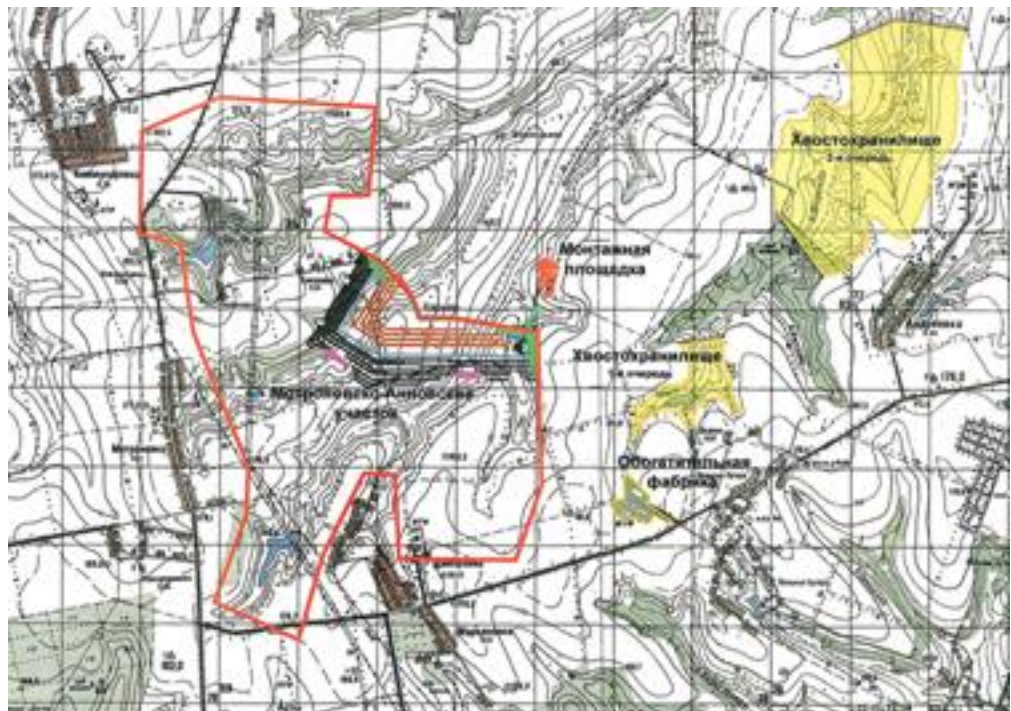


Рис. 2.1. Контур гірничого відводу Мотронівсько-Аннівської ділянки

Мотронівсько-Аннівська ділянка розташована у північно-західній частині родовища в 1,5-2,0 км від відпрацьованої кар'єрами Західної ділянки.

Уздовж південної межі родовища проходить двоколійна залізниця Київ - Дніпропетровськ. Найближча залізнична станція - Вільногірськ. Асфальтована дорога III класу Вільногірськ-Лихівка перетинає ділянку з півдня на північ і проходить по західній границі планованого кар'єрного поля, а з південної границі ділянки - дорога Вільногірськ-Дмитрівка-Верхньодніпровськ.

Район Мотронівсько-Аннівської ділянки являє собою степ з сильно перетнутими балками рельєфом. Абсолютні відмітки коливаються від +178м на водорозділах і +110м у тальвегах балок.

Близько 50% площі ділянки зайнято орними землями, інша частина ділянки по балках зайнята лугами, пасовищами і частково лісонасадженнями. Близько 15 % площі зайнято населеними пунктами (села Дмитрівка, Мотронівка, Аннівка).

Клімат району помірно-континентальний. Середньорічна температура біля +8°, середньомісячна у січні - 6,5°C, у липні +22°C. Середньорічна кількість опадів у межах 440мм, іноді досягає 540мм, у посушливі роки до 254мм.

Геологорозвідувальні роботи на Малишевському родовищі були проведені у 1955-1958 роках. Правобережною ГРЕ Українського геологічного управління і 20.01.1959 року (протокол ДКЗ № 2553) був затверджений генеральний підрахунок запасів титаново-цирконових руд по категоріях А+В+С₁.

Передбачається одночасно з продовженням розробки запасів Східної ділянки ввести в експлуатацію запаси Північно-західної зони пісків полтавської серії, що примикають до промислових запасів. Ці площі були охоплені пошуково-розвідувальними роботами у 1955-1958 роках по рідкій мережі 2000х200м між розвідувальними свердловинами. Усього за зазначений період на Мотронівсько-Аннівській ділянці було пройдено 76 свердловин з обсягом 5 тисяч погонних метрів.

Запаси Північно-західної зони підраховані по категорії C_2 і затверджені у ДКЗ 20.01.1959 року (протокол №2553) разом з промисловими запасами сарматського ярусу у кількості 841 млн.м³рудних пісків з середнім вмістом колективного концентрату 55,11 кг/м³, циркону 3,33 кг/м³, рутилу 8,04 кг/м³ і ільменіту 32,58 кг/м³.

У зв'язку з тим, що Мотронівсько-Аннівська ділянка розташована поблизу відпрацьованих кар'єрних полів Західної ділянки родовища, була поставлена задача провести попередню і детальну розвідку на найбільш перспективних площах даної ділянки.

Розвідувальні роботи, з деякими перервами були проведені за рішенням Міністерства Кольорової металургії СРСР (наказ від 27.07.1978 року) і за узгодженням з Мінгео СРСР силами держбюджетної ГРП Вільногірського ГМК у 1979-1990 роках. ТЕО постійних кондицій на рудні піски полтавської серії розроблені Криворізьким проектним інститутом «Кривбаспроект» у 2003-2004 роках. Постійні кондиції для підрахунку запасів рудних пісків затверджені ДКЗ України 20 січня 2005 року протоколом №925.

2.2. Геологічна будова Мотронівсько-Аннівської ділянки

Геологічна будова Мотронівсько-Аннівської ділянки тотожна геологічній будові Малишевського родовища, тому що є його продовженням у північно-західному напрямку.

Найбільш древніми породами, що залягають у основі геологічного розтину, є кристалічні породи архейської системи, представлені в основному сірими плагіогранітами і їх мігматитами.

Залягають вони на глибині від 50 до 120м і природних виходів на денну поверхню у районі родовища не утворюють. Найбільш глибоко вони залягають уздовж південної границі ділянки, знижуючись до абсолютної відмітки +25м, і перекриті розпушеними відкладами палеогенової системи

кайнозою (бучацького і київського ярусів). Підвищення кристалічного фундаменту спостерігається у північно-західній і західній окраїні ділянки, де він підвищується до відміток $(+94) \div (+103)$ м і залягає безпосередньо під піщаними відкладеннями полтавської серії.

У верхній частині кристалічні породи вивітрілі і площі подібно покриті корою вивітрювання потужністю до 40 м.

Найбільш древніми осадовими породами, що залягають у межах ділянки, є відкладення палеогену (середній міоцен-бучацький ярус).

Бучацькі відклади ($P_2b\check{c}$) у межах ділянки користуються обмеженим розповсюдженням і приурочені до депресії кристалічного фундаменту, витягнутої уздовж південної межі в субмеридіональному напрямку. Загальна потужність бучацьких відкладів коливається від 0 до 28 м. Ці відклади представлені в основному різнозернистими вуглистими пісками, що містять вуглисті залишки, сірими пластичними вуглистими глинами, з прошарками вторинних каолінів і бурим вугіллям. На відкладах бучацького ярусу, та у крайових частинах депресії кристалічного фундаменту, безпосередньо на корі вивітрювання кристалічних порід або безпосередньо на кристалічних породах, залягають відклади київського ярусу (P_2kv) (верхній еоцен). Вони представлені одноманітною товщею піщано-глинистих відкладень і мають також обмежене розповсюдження, простежуючись тільки у межах депресій. Загальна потужність їх коливається від 0 до 15 м.

Відклади харківського ярусу (P_3hr) (верхній палеоген) у межах ділянки мають майже суцільне розповсюдження і вибиваються клином тільки у західній частині ділянки, де кристалічні породи підведені і перекриті відкладеннями полтавської серії. Потужність відкладів харківського ярусу досить витримана і складає 15-18 м. Представлені вони, в основному, яскраво-зеленими глауконіт-кварцовими тонкозернистими пісками з значним переважанням глауконіту у верхній його частині і незначним вмістом його у нижній. Мінералогічний склад важкої фракції відкладів харківського ярусу, найвищого його горизонту, відрізняється переважанням піриту, ільменіту,

лейкоксену, мусковіту, гранату. У незначних кількостях відмічений дистен-силіманіт, циркон, ставроліт, рутил. Вміст мінералів важкої фракції у пісках харківського ярусу не перевищує 0,5%. Тільки зрідка, у центральній частині ділянки у деяких свердловинах (№12135, 12136) на контактах з пісками полтавської серії зустрічається вміст важких мінералів до 3,5%.

На рівній, майже горизонтальній поверхні відкладів харківського ярусу, залягають відклади міоценів, представлені кварцовими пісками полтавської серії (N_{Ipl}). На невеликій площі у межах західної частини ділянки, починаючи з розвідувальної лінії Із+4000 і до західної межі, піски полтавської серії залягають безпосередньо на корі вивітрювання кристалічних порід. Контакт пісків полтавської серії з відкладеннями харківського ярусу, що підстилають їх, поступово. У відкладах полтавської серії у межах ділянки умовно виділяються три горизонти, які аналогічно виділені на усьому родовищі.

Нижній горизонт потужністю у середньому близько 6м представлений зеленувато-сірими дрібнозернистими і тонкозернистими пісками з глауконітом. Цей горизонт залягає безпосередньо на зеленувато-сірих глауконіт-кварцових пісках харківського ярусу і має з ними поступовий перехід. У західній частині ділянки, де підстилаючими породами є кора вивітрювання, цей горизонт відсутній. Для нижнього горизонту полтавських пісків характерний підвищений вміст у важкій фракції дистен-силіманіту, ільменіту, ставроліту, турмаліну, рутилу, циркону.

Разом з вище переліченими мінералами, у концентраті важкої фракції спостерігається вміст рожевого гранату, що досягає в окремих пробах від 17,5 до 19,7% від важкої фракції (проби №8319 і 8320, св.№11015).

Середній вміст мінералів у пробах нижнього горизонту полтавської серії не перевищує 0,3-0,6%, але зустрічаються окремі роз'єднані прошарки і лінзи потужністю до 3м, особливо у східній частині ділянки, де концентрація мінералів досягає іноді 4,0–4,7% (св.№11015). Кількість таких прошарків і

лінз до водостоку від розвіданої лінії Із+2500 збільшується, але вони промислового значення не мають.

Іноді рудні прошарки залягають безпосередньо на контакті з відкладами харківського ярусу, іноді підводячись на 3-5м, поступово переходять у середній горизонт. Ширина цих прошарків і лінз не перевищує 500–600м при довжині 500-1000м.

Середній горизонт полтавської серії залягає вище за зеленувато - сірих пісків нижнього горизонту і має з ним поступовий перехід. Представлений жовтувато-сірими дрібно – і тонкозернистими кварцовими пісками. Потужність його коливається від 6 до 8м у східній, та до 10-15м у середній і західній частинах ділянки. З цим горизонтом пов'язані окремі роз'єднані лінзи і прошарки, збагачені рудними мінералами, вміст яких досягає промислових. Іноді ці прошарки і лінзи з'єднуються з прошарками, що пролягають нижче, утворюючи єдині збагачені зони.

Для пісків середнього горизонту полтавської серії в основному характерний невисокий вміст важких мінералів, зазвичай не більше 5–10 кг/м³. У збагачених прошарках і лінзах вміст важких мінералів коливається від 17 до 73 кг/м³ (св.№11283), у середньому не перевищує 35–40 кг/м³. Серед мінералів важкої фракції переважають характерні для відкладень полтавської серії: ільменіт, рутил, дистен-силіманіт, ставроліт, турмалін, циркон.

Співвідношення між цими мінералами як по р.л. так і за простяганням витримано, і у середньому складає: циркон - 4,4%, рутил – 14%, ільменіт – 45,5%, дистен-силіманіт – 23,8%, турмалін – 5,0%. Потужність рудоносних прошарків і лінз середнього горизонту коливається від 2 до 12м (св.№11233), у середньому складає 4,5м, при середній потужності безрудного прошарку 6,3м. За межами кар'єрного поля другий рудний прошарок перетнув 66 свердловин. Цей прошарок не утворює суцільного поля і запаси у його межах не розраховувались.

Верхній горизонт відкладів полтавської серії залягає у покрівлі середнього горизонту і представлений тонкозернистими кварцовими пісками з характерним строкатим забарвленням і косою шаруватістю. З цим горизонтом пов'язано основне зруднення у межах описуваної ділянки, його потужність коливається від 3,5м (св.№12144) до 20,4м. (св.№11084), у середньому складає 11 м.

Підосва рудоносних пісків верхнього горизонту залягає на поверхні середнього горизонту з абсолютними відмітками з +79м до +95м на сході ділянки і з +95м до +108м на заході. Відмітки рудних пісків коливаються відповідно від +89м до +105м на сході ділянки і від +105м до +114м на заході.

Верхній рудоносний горизонт має чіткий верхній контакт, де його перекривають дрібнозернисті піски ярусу сармату за винятком деяких свердловин у західній частині ділянки, де у рудоносних пісках залягає малопотужний безрудний прошарок кварцових пісків полтавської серії.

На рис. 2.2 наведена карта потужності основного рудного тіла.

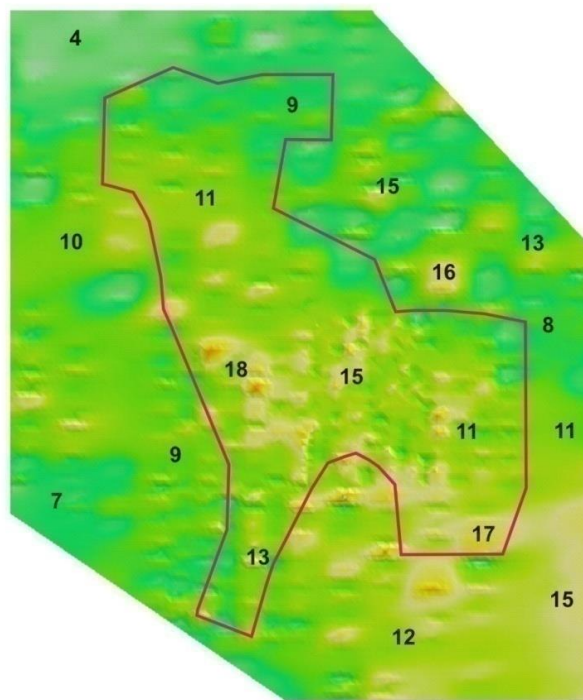


Рис. 2.2. Основне рудне тіло - карта потужності, м

Нижній контакт верхнього горизонту визначається умовно і проводиться по пробах з бортовим вмістом умовного ільменіту 18 кг/м^3 для балансових запасів і 12 кг/м^3 – для забалансових. Середній вміст суми рудних мінералів у рудному пласті цього горизонту у цілому по ділянці складає $67,3 \text{ кг/м}^3$, зокрема: циркону – $5,35 \text{ кг/м}^3$, рутилу – $10,62 \text{ кг/м}^3$, ільменіту – $35,98 \text{ кг/м}^3$, ставроліту – $9,87 \text{ кг/м}^3$, дистен-силіманіту – $2,72 \text{ кг/м}^3$, турмаліну – $2,76 \text{ кг/м}^3$.

У кількостях одиничних зерен присутній шпінель, хроміт, монацит. Колювання вмісту важких мінералів по окремих пробах рудного пласту складають від $17,02 \text{ кг/м}^3$ до $399,22 \text{ кг/м}^3$.

У літологічному відношенні піски полтавської серії однорідні. Як показали гранулометричні аналізи, проведені на стадії попередньої і детальної розвідок, середній гранулометричний склад зернистої маси пісків, визначений по 289 аналізам, приведений у табл. 2.2.

Гранулометричний склад рудних пісків Мотронівсько-Аннівської ділянки

Таблиця 2.2

Розмір фракцій, мм	>0,56	-0,560 +400	-400 +0,315	-0,315 +0,200	-0,200 +0,160	-0,160 +0,100	-0,100 +0,07	<0,071	сум а
Вміст %	0,50	1,15	1,30	5,83	11,21	53,26	24,59	2,16	100

Легка фракція пісків представлена зернами кварцу (87-88%) і мінералами глин (12–13%). У кількості зерен зустрічаються польові шпати, слюда. Зерна кварцу в основному дрібні, погано обкатані. Як показали гранулометричні аналізи концентрату мінералів, останні дрібніші за зерна кварцу. Середній гранулометричний склад концентрату мінералів, визначався по групових пробах, складених по 8 св. і наведений у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Гранулометричний склад важкої фракції Мотронівсько-Аннівської
ділянки

Розмір фракції, мм	>0,5 60	-0,560 +400	-400 +0,31 5	-0,315 +0,20 0	-0,200 +0,16 0	-0,160 +0,10 0	-0,100 +0,07	-0,071 +0,056	<0,056	сума
Вміст %	-	-	-	0,07	1,18	12,13	27,96	42,72	15,95	100

Розмір зерен мінералів менше кварцу, вони концентруються в основному у фракції $(-0,100) \div (+0,056)$ мм. Легка фракція рудних пісків, окрім кварцу, представлена глинистою фракцією у кількості 13-14%.

Середній розмір зерен рудних мінералів пісків ярусу сармату, що розробляються, в мм складає: циркону – 0,0891, ільменіту – 0,0952, дистен-силіманіту - 0,0990 і ставроліту – 0,963.

На усій площі ділянки на відкладеннях полтавської серії залягають кварцові піски ярусу сармату (N_{1s2}). Суцільне розповсюдження їх уривається лише у місцях формування у четвертинний час сучасних глибоких балок, які особливо розвинені у північній частині ділянки. Тут відкладення ярусу сармату розмиті, місцями повністю.

Вміст глинистих мінералів у пісках ярусу сармату поступово збільшується від низу до верху, утворюючи поступовий перехід до зеленувато-сірих строкатоколірних гіпсоносних глин верхнього сармату. Потужність цих глин не витримана і на схід зменшується від 10-12 до 5-7м. Глини щільні, в'язкі, вміст піщаних частинок у них зменшується від підосви . Характерна наявність скупчень окремих кристалів і друз гіпсу.

На вододільних просторах зеленувато - сірі глини перекриті могутньою товщею четвертинних відкладів (Q), потужність яких досягає 50м. У підосві цієї товщі залягають червоно-бурі глини, зв'язані поступовим переходом з горизонтом зеленувато-сірих глин.

Червоно-бурі глини, як і ті що підстиляють їх зеленувато - сірі глини, містять друзи гіпсу і карбонати. Потужність цих глин коливається від 0 до 25м.

На червоно-бурих глинах, маючи з ними поступовий, ледве уловимий перехід, залягають щільні червоно-бурі суглинки, потужністю 5-10м. Вони на описуваній ділянці користуються повсюдним розповсюдженням.

Верхня частина четвертинної товщі представлена щільними жовто-бурими суглинками з дрібними, щільними вапняковими включеннями і червоно-жовтими лесовидними легкими суглинками загальною потужністю до 20м.

2.3. Гідрогеологічна характеристика розсипу

Гідрогеологічні умови Мотронівсько-Аннівської ділянки складні внаслідок розходження осадових порід по літологічному складу, умовах живлення, циркуляції і розвантаження підземних вод, їх гідродинамічних і гідрохімічних особливостях.

Таким чином, відповідно до геологічної будови і характером залягання підземні води Мотронівсько-Аннівської ділянки представлені основним водоносним комплексом у міоценових відкладах.

Водоносний комплекс у міоценових відкладах (N_1) пов'язаний з відкладами середньо-сарматського ярусу і полтавської серії. По літологічному складу ці піски однорідні й утворюють єдиний водоносний горизонт. Вони відсутні у долинах рік і глибоких балках у наслідок розмиву.

Водовміщуючими породами є піски, переважно дрібнозернисті, рідше тонкозернисті, в основному відсортовані, у верхній частині місцями глинисті. Потужність обводнених пісків досягає 25-30м. Підстиляється водоносний горизонт, переважно глауконіто-кварцовими тонкозернистими пісками, рідше глинами харківської світи, а у місцях їхньої відсутності глинистими пісками палеогену або корою вивітрювання кристалічних порід докембрія.

Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту, у залежності від рельєфу поверхні, змінюється від 5 до 50-60м, в основному, він безнапірний, але іноді виникають місцеві напори від 1,5 до 6м.

Статичний рівень води, у залежності від рельєфу поверхні, установлюється на глибині 0,5м у долинах рік і до 62м – на водорозділах. Напрямок підземного потоку простежується від водороздільного плато до долин рік, тобто з південно-заходу на північний схід. Абсолютні висоти рівня знижуються у цьому напрямку від 110-90м до 70-60м. Ухил потоку від 0,0008 до 0,002.

Вся товща четвертинних відкладів, зеленувато – сірі глини і піски ярусу сармату у різному ступеню розмиті у балках у процесі формування сучасного рельєфу.

У межах долин і балок сучасні четвертинні відкладення представлені делювіальними суглинками з прошарками делювіальних пісків. Потужність їх коливається від 0 до 10м.

У межах ділянки ерозійна діяльність розвинена добре. Різниця абсолютних відміток на вододільних ділянках і у тальвегах балок досягає 50-60м. Схили балок круті, задерновані і зазвичай покриті чохлами делювіальних суглинків потужністю 1-10м з прошарками делювіально-алювіальних пісків.

2.4. Інженерно-геологічна характеристика

За гранулометричним складом суглинисто-глинисті відклади містять глинистих фракцій 20-40%, пилу 56-75%, піску 2,1-2,5%. Число пластичності змінюється в межах від 0,11 до 0,31, вологість – 14-25%, кут внутрішнього тертя складає від 15° до 26°, зчеплення – 0,0125-0,0475.

Компресійні випробовування показали, що ґрунти при замочуванні під навантаженням 0,05 кг/см² і вище володіють просіданням.

Згідно СНІП П-Б 1-62 і даних досліджень для ґрунтів у сухому і маловологому стані можна прийняти розрахункове навантаження в $2,0 \text{ кг/см}^2$, а при замочуванні водою – $1,0 \text{ кг/см}^2$. Ґрунти характеризуються як ґрунти із середніми несучими здібностями, а при насиченні їх водою – зі слабкими несучими здібностями. За важкістю розробки породи відносяться до середньорозробляємих.

Дослідження інженерно-геологічних властивостей порід ділянки у 2002р. ДП «Центрукргеологія» здійснювалося по пробах, відібраних з керну розвідувальних свердловин. Для чого було пробурено 2 розвідувальні свердловини, з яких відібрані 38 зразків і 19 проб відібрано у кар'єрах №№ 6-5.

Дослідження фізико-механічних властивостей здійснювалися у ДП «Черкасистройрозвідка» на підставі ДСТ 20522-75.

Товща покрівлі досліджуваної ділянки представлена піщано-глинистими горизонтально залягаючими відкладами кайнозою, серед яких виділено 7-8 інженерно-геологічних елементів (ИГЕ). Вони представлені ґрунтово-рослинним шаром, лесовидними суглинками жовто-бурого, палево-жовтого, бурого і червоно-бурого кольору, глинами червоно бурого і зеленувато-сірого кольорів. Серед них розрізняють: слабо набухаючи, середньо набухаючи і сильно набухаючи породи, твердої консистенції, напівтвердої. Нижче по розтину залягають породи міоцену, представлені в основному майже однорідними дрібно і тонкозернистими кварцовими пісками.

Кут природного укосу цих пісків у сухому стані $30-34^\circ$, під водою до 23° , коефіцієнт фільтрації по лабораторним даним змінюється від 0,08 до 4,52 м/доб., в окремих випадках до 6,8 м/доб. Щільність сухого ґрунту в гранично пухкому складі $1,22 \text{ г/см}^3$, у гранично щільному складі $1,56 \text{ г/см}^3$. Коефіцієнт пористості в гранично пухкому складі 1,18, у гранично щільному складі 0,70. Повна вологосмкість 31,1%. Максимальна молекулярна вологосмкість складає 5,8%.

2.5. Фізико-механічні властивості гірських порід

Сировинною базою Мотронівського ГЗК є комплексні розсипи неогенового віку, представлені пісками рудно-кварцовими, дрібно-середньозернисті з вмістом глинистої фракції від 10% до 45% і важкої фракції, в якій концентрується корисна копалина, від 1% до 15-20%, в середньому по родовищу 5,36%.

Основними корисними мінералами є: циркон, рутил, ільменіт.

Об'ємна маса рудних пісків в сирому вигляді - 2,0 т / м³, а в перерахунку на суху масу - 1,9 т / м³, об'ємна маса порід розкриття коливається від 1,8 т / м³ до 2,05 т / м³.

Коефіцієнти розпушення:

- глина 1,39;
- суглинки бурі і палево-жовті 1,23;
- суглинки червоно-бурі 1,33;
- рудному піски 1,30.

В області укосів уступів відбувається утворення зон заколів і залишкових деформацій. Зони заколів характеризуються глибокими тріщинами, де міцність і зчеплення порід знижені в десятки разів, а в зонах залишкових деформацій наявність мікро- і макротріщин знижує зчеплення порід на 20-50%.

Контрастність міцності властивостей порід обумовлена їх мінералого-петрографічними особливостями. Залежно від мінерального складу, структури і текстури порід властивості міцності їх різко різні, нерідко коливання в мінеральному складі однієї і тієї ж породи помітно впливають на властивості міцності.

Водопоглинанням порід в значній мірі визначається їх морозостійкість і довговічність. Підвищений водопоглинання порід пояснюють

переважанням сполучених пор і присутністю глинистих мінералів, здатних зв'язувати воду.

Руйнування порід при випробуванні на морозостійкість пов'язують з гідростатичним тиском, що виникають в системі вода-лід при зміні обсягу в замкнутому або напівзамкнутому просторі.

Борти розкривних уступів нестійкі через замочування їх атмосферними опадами та ґрунтовими водами верхнього водоносного горизонту, а також через наявність в глинах дзеркал ковзання. В результаті цих процесів борту кар'єрів схильні осипам, зсувів і обвалів, які зазвичай локалізуються в вузьких зонах. З урахуванням цього фактора на виробництві забороняється доступ механізмів і людей в прилеглі до бортів обвалонебезпечні та зсувні зони.

Основні фізико-механічні властивості порід Мотронівсько-Аннівської ділянки представлені у табл. 2.4.

Рудні піски та породи розкриву відносяться до I-III категорій і піддаються екскавації без попереднього розпушування і підривання, безпосередньо з масиву.

Кут укосу видобувної та розкривних уступів становить 45° . стійкий кут відвалу становить 28° (при відсипанні порід стрічковим транспортером) і 35° при формуванні бульдозерного відвалу.

Для запобігання зсувів в породах, результуючий кут укосу відвалу прийнятий менше сталого кута на 1-20. При появі ознак зсувних явищ, роботи по відвалоутворенню припиняються для розробки і проведення спеціальних заходів.

Фізико-механічні властивості порід	од. виміру	Тип породи	
		Породи розкриву	рудний пісок
Щільність	г/см ³	2,0-1,96	2,0-2,07
Пористість	%	3,0	4,3
Коефіцієнт міцності по М.М.Протодяконову	f	3	1
Кут укосу уступа:			
-рабочий	град	35	35
-стійкий		30	30
Кут внутрішнього тертя	град	27	24
Коефіцієнт Пуассона	-	0,14	0,38
Модуль Юнга	Н/м ²	720	500
Водопоглинання	%	0,14	13

2.6. Коефіцієнт розкриву

Коефіцієнт розкриву - це відношення одиниці об'єму розкриву родовища до одиниці об'єму корисної копалини. Низький коефіцієнт розкриву означає співвідношення низької потужності розкривних порід і високої потужності рудоносного шару. Розкрив в середині контуру розробки трошки нижче, ніж за його межами. Топографічні западини (поглиблення річок чи балки) є причиною низького коефіцієнта розкриву, внаслідок зменшення потужності розкривних порід. Три основних балки на території Мотронівсько-Аннівської ділянки в напрямку з південного-заходу на північний-схід спостерігаються і на карті коефіцієнтів розкриву. Між цими заплавами річок коефіцієнт розкриву становить в середньому до 5 (максимум 7).

На рис. 2.3 представлена карта коефіцієнт розкриву основного рудного тіла.

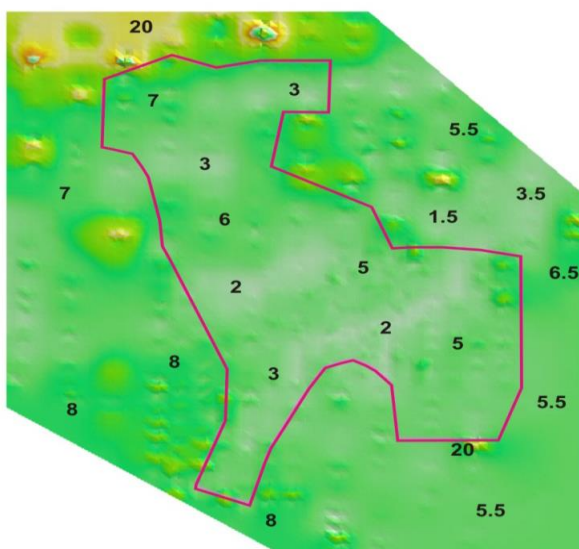


Рис. 2.3. Коефіцієнт розкриву основного рудного тіла

Коефіцієнт розкриву в зоні поширення нижнього рудного тіла досягає 2 в центрі і 4 у східній та південній частинах.

На рис. 2.4 показана карта коефіцієнта розкриву сумарного рудного тіла.

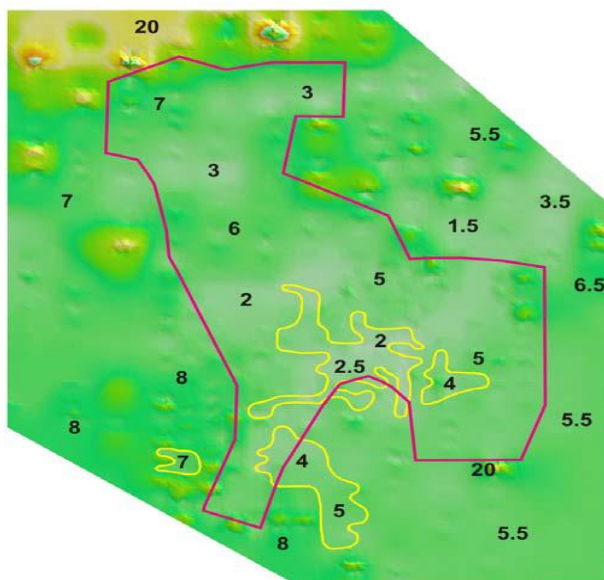


Рис. 2.4. Коефіцієнт розкриву сумарного рудного тіла

3. ГІРНИЧО-ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ КАР'ЄРНОГО ПОЛЯ

Кар'єр, як геометрична фігура розвивається в часі та просторі по мірі відробки родовища. Глибина кар'єра, його контури та об'єми систематично збільшуються. Об'єми гірничої маси (розкривні породи та корисні копалини), які видобуваються відкритим способом, від початкової до кінцевої стадії, можуть бути представлені у вигляді наступних функцій: $V = f(H)$; $V = f(T)$, де H – глибина кар'єра; T – час [3].

Розподіл затрат і прибутку залежить від розділення об'ємів видобутку корисної копалини та розкриву в часі, тобто від динаміки робочої зони кар'єра. Саме цьому при проектуванні першочергово треба провести гірничо-геометричний аналіз кар'єрного поля, з метою установлення оптимальних варіантів формування робочої зони кар'єра та розподіл об'ємів корисної копалини та розкриву в контурах кар'єра. Результати гірничо-геометричного аналізу можуть послужити для формування календарних графіків розробки родовища, економічна оцінка яких використовується для оптимізації технічних рішень. Економічна оцінка календарних графіків [5] дозволить вибрати оптимальний варіант глибини та контурів кар'єра, продуктивності та терміну його роботи, варіанту розтину, розвитку та виду транспорту, системи розробки та способу механізації технологічних процесів. Теоретичні основи аналізу розвитку динаміки робочої зони кар'єра розроблені В.В. Ржевським та А.І. Арсентьевим [5].

3.1. Опис методу, що застосовується при гірничо-геометричному аналізі кар'єрного поля

Для розрахунку запасів кар'єрного поля запропоновано використовувати аналіз кар'єрного поля по методу В.В. Ржевського для горизонтальних і пологих родовищ.

Вихідними даними для гірничо-геометричного аналізу слугують дані геологічної розвідки та контури кар'єра. Оскільки для календарного планування дозволяється деяка похибка, приймаємо кінцевих кути контурів кар'єра за 90 градусів.

Для кожного блока визначаються об'єми гірничої маси, розкрит та корисні копалини. Порядок виконання роботи наступний:

1. Згідно прийнятому напрямку розробки кар'єра, кар'єрне поле розбивають на блоки. Число блоків залежить від виду умов. Для простих умов розбивається на 6-8, для складних 10 і більше.
2. Після розбивання кар'єрного поля на блоки знаходимо середні значення ширини та довжини кожної з ділянок.
3. По даним геологічної розвідки наносимо потужності розкритву та корисної копалини на кожен з свердловин.

Результатом гірничо-геометричного аналізу являється:

- 1) визначення залежність середньої потужності розкритву та корисної копалини від номера блока;
- 2) визначити залежність об'ємів розкритву та корисної копалини від номера блока.
- 3) Визначення коефіцієнта розкритву в кожному блоці.

3.2. Розробка алгоритму проведення розрахунків при гірничо-геометричному аналізу

Для проведення розрахунків при гірничо-геометричному аналізу необхідно спочатку ввести вихідні дані:

- $H_{к.к.}^{cp}$ - середня потужність корисної копалини, м;
- H_p^{cp} - середня потужність розкритвних порід, м,
- $L_{ш}$ - середня ширина блока, м;
- L_d - середня довжина блока, м.

Наступний етап заключається в визначенні площі поперечного розрізу для розкриву та корисної копалини.

$$S_p = L_d * H_p^{cp},$$

$$S_{к.к.} = L_d * h_{к.к.}^{cp},$$

Після цього знаходиться окремо ΣS_p $\Sigma S_{к.к.}$ – сума площ порід розкриву та корисної копалини по всіх блоках, м².

Надалі знаходимо об'єми розкриву та корисної копалини по кожному блоку. Для необхідності одразу знаходимо сумарні об'єми $\Sigma V_p, \Sigma V_{к.к.}$.

$$V_p = S_p * L_{ш};$$

$$V_{к.к.} = S_{к.к.} * L_{ш};$$

Визначення середнього коефіцієнта розкриву по кожному блоку знаходиться шляхом ділення середньої потужності розкриву на середній вміст корисної копалини в блоці.

$$k_{cp} = H_p^{cp} / h_{к.к.}^{cp}$$

Завершальним етапом являється побудова графіків залежності:

- Залежність середньої потужності розкриву та корисної копалини від номера блока
- Залежність об'ємів розкриву та корисної копалини від номера блока

Алгоритм реалізовано у вигляді програми розрахунку в середовищі Excel.

3.3.Результати гірничо-геометричного аналізу кар'єрного поля

Гірничо-геометричний аналіз виконувався за даними геологічної розвідки для Мотронівсько - Аннівської ділянки Малишевського титано-цирконієвого родовища. Загальні вихідні данні представлені в табл. 3.1. - вихідні геологічні данні, та на рис. 3.1. - геологічний план родовища.

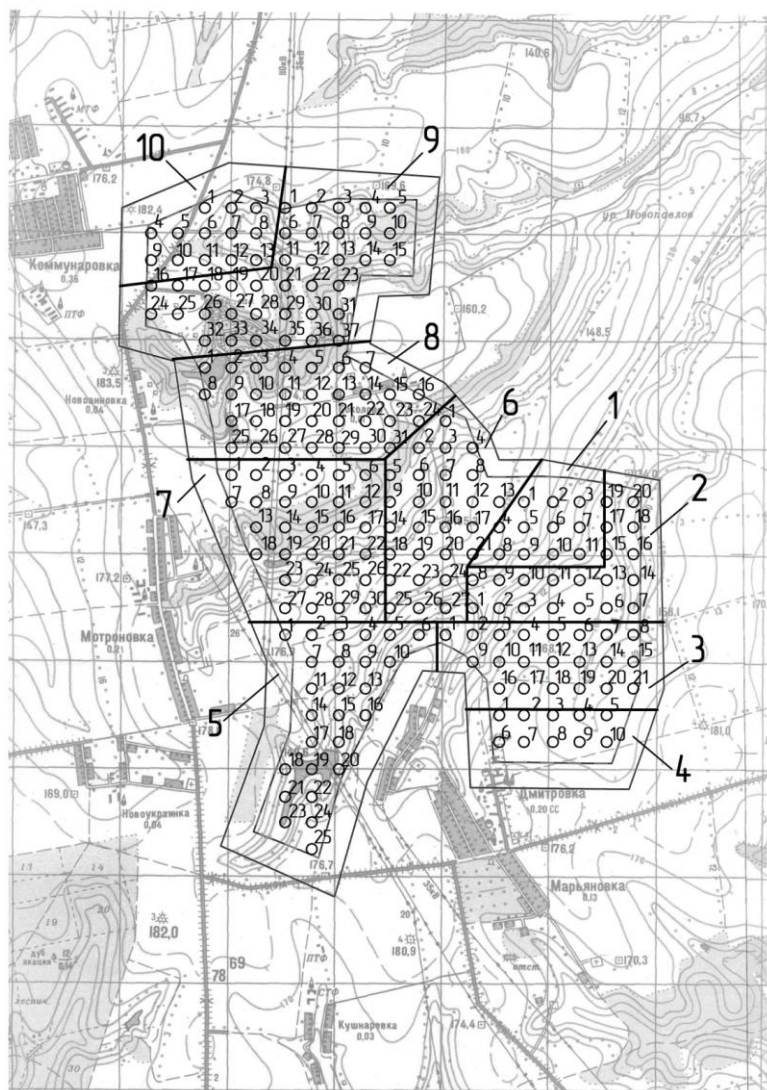


Рис. 3.1. План розвідувальних геологічних свердловин Мотронівсько-Аннівської ділянки

Результати розрахунку гірничо-геометричного аналізу наведено в табл. 3.2.

Вихідні геологічні данні

[illegible]

[illegible]

Результати розрахунку гірничо-геометричного аналізу

№ Блока	Середня довжина блока, м	Середня ширина блока, м	Середня потужність розкриву, м	Середня потужність корисної копалини, м	Площа поперечного розрізу розкриву, м ²	Площа поперечного розрізу корисної копалини, м ²	Об'єм розкриву в блоці, м ³	Об'єм корисної копалини в блоці, м ³	Середній коефіцієнт розкриву
	Лд	Лш	Нр.ср	hk.к. ср	Spозкр	Sk.к.	Vрозкр	Vк.к.	Kср
1	1000	850	35,7	10,4	35700	10400	30345000	8840000	3,4
2	875	1150	50,2	11,4	43925	9975	50513750	11471250	4,4
3	900	1380	68,5	14	61650	12600	85077000	17388000	4,9
4	650	1150	88	13,6	57200	8840	65780000	10166000	6,5
5	1500	925	65,1	13,1	97650	19650	90326250	18176250	5,0
6	1225	1075	57,7	12,5	70682,5	15312,5	75983687,5	16460938	4,6
7	1175	1300	63,3	13,9	74377,5	16332,5	96690750	21232250	4,6
8	850	1850	68,1	10,9	57885	9265	107087250	17140250	6,2
9	1250	1700	54,1	9,4	67625	11750	114962500	19975000	5,8
10	725	1125	73,8	7,7	53505	5582,5	60193125	6280313	9,6
Всього	1015,0	1250,5	62,5	11,7	620200,0	119707,5	776959312,5	147130250,0	5,5

На рис. 3.2. наведено графік залежності середньої потужності розкриву та корисної копалини від номера блока.



Рис. 3.2. Графік залежності середньої потужності розкриву та корисної копалини

Як видно з даних, наведених на рис. 3., потужність порід розкриву зростає прямо пропорційно майже з рівною інтенсивністю на перших чотирьох блоках. Поклади корисної копалини мають більш прямолінійну характеристику, але після 7 блоку помітний деякий спад потужності.

На рис. 3.3 наведено графік залежності об'ємів розкриву та корисної копалини від номера блока.



Рис. 3.3. Графік залежності об'ємів розкриву та корисної копалини

З графіків рис. 3.3 видно, що об'єми в першому блоці є найменші. Далі помітне зростання видобутку порід розкриву до 3 блока. Найбільші об'єми припадають на 9 блок та становлять майже 12 млн. м³. Найбільше значення об'ємів корисної копалини помітне в 7 блоці і воно дорівнює 212 тис. м³.

На рис. 3.4. представлений графік залежність середнього коефіцієнта розкриву від номера блока.



Рис. 3.4. Графік залежності середнього коефіцієнта розкриву від номера блоку

Як видно з графіку середнього коефіцієнта розкриву в блоці він прямо пропорційно зростає до 4 ділянки і досягає 6,5, після чого падає до 7 ділянки і дорівнює 4,6. Максимальне значення коефіцієнту розкриву є в 10 блоці і рівне 9,6.

4. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

4.1. Термін розробки кар'єру та режим роботи гірничого підприємства

Відповідно до завдання на виконання робочого проекту розвитку гірничих робіт Мотронівсько-Аннівської ділянки (кар'єру) виробнича потужність по рудним піскам складає 2,7 млн м³.

Розрахунок річної продуктивності кар'єру по гірничій масі здійснюється з потреби підприємства у сировині з урахуванням втрат (5%) при видобутку, транспортуванні та переробці рудних пісків.

Термін служби кар'єру у межах, прийнятих до розробки у проекті, складає:

$$T = (157,4 - 3) \times 0,95 / 2,7 + 2 = 54,4 + 2 = 56,4 \text{ років}, \quad (4.1)$$

де: 2,7 млн.м³- річна продуктивність кар'єру;

0,95 - коефіцієнт вилучення запасів з надр;

157,4 млн м³- промислові запаси рудних пісків;

3 млн м³- видобуток в перші 2 роки в період освоєння потужності кар'єру;

2 роки – тривалість освоєння потужності кар'єру.

Річний розрахунковий об'єм розкривних робіт – 15400 тис.м³.

Відповідно до завдання на проектування видобуток рудних пісків і розробку розкривних порід передбачено виконувати 365 днів у році, з двома 12-годинними змінами.

Режим роботи кар'єру прийнятий:

- кількість робочих тижнів у році - 52 тижні;
- кількість робочих днів у році - 365 днів;
- кількість робочих днів у тижні - 7 днів (на видобутку);
- 5 днів (розкривні роботи);
- кількість змін у добу - 2 зміни;
- тривалість зміни - 12 годин.

Роботи із зняття родючого шару, розробки розкривних порід і рекультивації кар'єру ведуться протягом сухого період року.

4.2. Розкриття родовища

Мотронівсько-Аннівський кар'єр з видобутку титано-цирконієвих руд розкритий загальною траншеєю зовнішнього закладення. Перевагою даного способу розкриття є те, що при двосторонньому русі автотранспорту забезпечується незалежне обслуговування вантажопотоків з робочих горизонтів. Але при проведенні такого типу траншеї, виникає необхідність у виконанні великого обсягу гірничо-капітальних робіт. Було прийнято рішення, розкрити родовище в місці, зі зниженою потужністю розкриву (балка, де потужність наносів не перевершує 20 м). Розкриття кар'єрного поля проводилося на глибину передового розкривного уступу. Довжина розрізної траншеї визначається в залежності від фронту гірничих робіт і прийнятої системи розробки.

Для проходки капітальної та розрізної траншей застосовували екскаватор САТ-6018. Вивезення розкривних порід у зовнішній відвал здійснюється автомобільним транспортом.

Параметри розкривних виробок.

Ширина капітальної траншеї по низу приймається з умови заїзду екскаватора ЕШ 10/50, яка дорівнює $B_{mp} = 30$ м. Кут укосу борту траншеї $\gamma_n = 45^\circ$.

Довжина капітальної траншеї:

$$L_{k1} = \frac{H}{i} = \frac{10}{0,08} = 125 \text{ м}, \quad L_{k2} = \frac{H}{i} = \frac{20}{0,08} = 250 \text{ м}, \quad (4.2)$$

де H – глибина траншеї, м; i – ухил траншеї, ‰.

Об'єм капітальної траншеї:

$$V_k = V^1 k + V^2 k - V^3 k, \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

$$V_k = \frac{H^2}{i} \left(\frac{B_{mp}}{2} + \frac{H}{3 \operatorname{tg} \gamma} \right) = \frac{10^2}{0,08} \left(\frac{30}{2} + \frac{10}{3 \operatorname{tg} 45^\circ} \right) = 22916,7 \text{ м}^3, \quad (4.4)$$

де H – глибина траншеї, м.

$$V^2_k = \frac{H^2}{i} \left(\frac{B_{mp}}{2} + \frac{H}{3tg\gamma} \right) = \frac{20^2}{0,08} \left(\frac{30}{2} + \frac{20}{3tg45^0} \right) = 108333,3 \text{ м}^3, \quad (4.5)$$

$$V^3_k = \frac{H}{i} \left(\frac{B_{mp}}{2} + \frac{H}{3tg\gamma} \right) = \frac{20}{0,08} \left(\frac{0}{2} + \frac{20}{3tg45^0} \right) = 1666,7 \text{ м}^3, \quad (4.6)$$

$$V_k = 22916,7 + 108333,3 - 1666,7 = 129583 \text{ м}^3$$

Добова продуктивність одноківшевого екскаватора визначається за формулою:

$$Q_{\text{экс}} = \frac{3600 \times E \times T_{\text{см}} \times n_{\text{см}} \times K_u \times K_h \times K_z \times K_{\text{тв}}}{t_{\text{ц}} \times K_p}, \text{ м}^3 / \text{добу} \quad (4.7)$$

де E - ємність ковша, м^3 ; $T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, год; $n_{\text{см}}$ - кількість змін на добу; K_u - коефіцієнт використання екскаватора в часі; K_h - коефіцієнт наповнення ковша; K_z - коефіцієнт вибою; $K_{\text{тв}}$ - коефіцієнт технології виїмки; $t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу, с; K_p - коефіцієнт розпушення породи.

Добова продуктивність гідравлічного екскаватора CAT-6018 при проходці траншеї:

$$Q_{\text{CAT6018}} = \frac{3600 \times 10 \times 12 \times 2 \times 0,67 \times 0,75 \times 0,7 \times 0,7}{28 \times 1,25} = 6078, \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Час проходки капітальної траншеї:

$$t_k = \frac{V_k}{Q_{\text{экс10}}} = \frac{129583,3}{6078} = 21,3 \text{ діб.} \quad (4.8)$$

Параметри розрізний траншеї.

Довжина розрізний траншеї по корисній копалині складе:

$$L_{pn} = L + h \text{ ctg } \gamma = 1500 + 10 \times \text{ctg} 45^0 = 1510 \text{ м}, \quad (4.9)$$

де L – середня довжина кордонів кар'єрного поля, м;

h – потужність корисної копалини, м.

Довжина розрізний траншеї по розкритву на четвертому горизонті складе:

$$L_{p64} = L_{pn} + H_4 \operatorname{ctg} \gamma + h \operatorname{ctg} \gamma + b =$$

$$1510 + 13 \times \operatorname{ctg} 45^\circ + 10 \times \operatorname{ctg} 45^\circ + 30 = 1563 \text{ м}, \quad (4.10)$$

де H_4 - потужність четвертого розкривного уступу, м.

Довжина розрізний траншеї по розкриву на третьому горизонті складе - 1619 м, на другому - 1675 м, на першому - 1732 м.

Розраховуємо об'єм розрізний траншеї по корисній копалин:

$$V_{pn} = S_{pn} L_{pn}, \text{ м}, \quad (4.11)$$

де S_{pn} – площа перетину розрізний траншеї по корисних копалин, м^2 .

$$S_{pn} = [B + 0,5h (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \gamma)] h = [100 + 0,5 \times 10(1,96 + 1)] \times 10 = 1148 \text{ м}^2, \quad (4.12)$$

де B - ширина розрізний траншеї по низу, м.

$$V_{pn} = 11480 \times 1510 = 1733480 \text{ м}^3.$$

Час проходки розрізної траншеї по корисній копалині екскаватором CAT-6018 складе:

$$t_{pn} = V_{pn} / Q_{\text{эш}}, \text{ діб}, \quad (4.13)$$

$$t_{pn} = 1733480 / 6078 = 285 \text{ діб}.$$

Об'єм розкриву на четвертому горизонті складе:

$$V_{p64} = S_{p64} \times L_{p64}, \text{ м}^3, \quad (4.14)$$

де S_{p64} площа перетину розрізної траншеї по розкриву на четвертому горизонті, м^2 .

$$S_{p64} = [B + h(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \gamma) + Ш_{П4} + H_4 \operatorname{ctg} \gamma] \times H_4, \text{ м}^2, \quad (4.15)$$

де $Ш_{П4}$ – ширина робочої площадки, м (див. розділ «система розробки»);

$$S_{p64} = [100 + 10(1,96 + 1) + 54,5 + 13 \times 1] \times 13 = 2562 \text{ м}^2.$$

$$V_{p64} = 2562 \times 1563 = 4004875 \text{ м}^3.$$

Час проходки розрізний траншеї по четвертому розкривному уступу екскаватором CAT6018 складе:

$$t_{p64} = V_{p64} / Q_{\text{CAT6018}}, \text{ діб}, \quad (4.16)$$

$$t_{p64} = 4004875 / 6078 = 659 \text{ діб}.$$

Об'єм розкриву на третьому горизонті складе:

$$V_{p\phi 3} = 3843 \times 1619 = 6221072 \text{ м}^3.$$

Час проходки розрізний траншеї по третьому розкривному уступу екскаватором САТ-6018 складе:

$$t_{p\phi 3} = 6221072 / 6078 = 1024 \text{ дїб.}$$

Об'єм розкриву на другому горизонті складе:

$$V_{p\phi 2} = 5123 \times 1675 = 8580657 \text{ м}^3.$$

$$t_{p\phi 2} = 8580657 / 6078 = 1412 \text{ дїб.}$$

Об'єм розкриву на першому горизонті складе:

$$V_{p\phi 1} = 6910 \times 1732 = 11967358 \text{ м}^3.$$

$$t_{p\phi 1} = V_{p\phi 2} / Q_{\text{САТ6018}}, \text{ дїб,}$$

$$t_{p\phi 2} = 11967358 / 6078 = 1969 \text{ дїб.}$$

Загальний об'єм розрізної траншеї складе:

$$V_p = V_{pn} + V_{p\phi 4} + V_{p\phi 3} + V_{p\phi 2} + V_{p\phi 1}, \text{ м}^3 \quad (4.17)$$

$$V_p = 1733480 + 4004875 + 6221072 + 8580657 + 11967358 = 32\,507\,442 \text{ м}^3.$$

4.3. Система розробки родовища

На Мотронівському кар'єрі застосовується транспортна система розробки з застосуванням комплексу циклічної дії - одноківшевих крокуючих екскаваторів ЕШ 10/50 та екскаваторів САТ – 6018 та автосамоскидів Белаз-7555 (55 т) та САТ – 773 (55т). Попереду фронту гірничих робіт проводиться зняття чорнозему автоскрепера з укладанням в бурти на зовнішніх відвалах кар'єра або з безпосереднім нанесенням на площі рекультивації.

Середня потужність розкривних порід становить 53м. Розкривні уступи потужністю 13-14 метрів, відпрацьовуються екскаваторами драглайнами ЕШ-10/50 з розвантаженням у автомобільний транспорт. У даний час здійснюється складування розкривних порід у зовнішні відвали.

Видобувний горизонт також відпрацьовується екскаватором ЕШ-10/50 з розвантаженням у автосамоскиди. Рудні піски транспортуються на збагачувальну фабрику за допомогою гідротранспорту після їх розмиву гідромоніторами на пункті гідророзмиву.

Розрахунки основних параметрів системи розробки .

Річна експлуатаційна продуктивність екскаватора типу ЭШ-10/50 розраховується за формулою (4.7):

$$Q_{\text{ЭШ-10/50}} = \frac{3600 \times 10 \times 12 \times 2 \times 0,86 \times 0,89 \times 0,9 \times 0,86 \times 230}{55 \times 1,25} = 1712373 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

Річне посування розкривних уступів:

$$P_{\text{год в1}} = \frac{N \cdot Q_{\text{ЭШ-10/50}}}{L_{\text{рв1}} \times H_{\text{у.в1}}} = \frac{2 \cdot 1712373}{1732 \times 13} = 76 \text{ м/рік.} \quad (4.18)$$

де: N – кількість екскаваторів, що задіяні на уступі, шт

$L_{\text{р.в1}}$ – довжина фронту першого розкривного уступу, м;

$H_{\text{у.в1}}$ – потужність розкривного уступу, м.

Результати розрахунків зведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Показники роботи виймально-навантажувального обладнання

Тип екскаватора	Продуктивність		Потужність уступу, м	Довжина фронту робіт, м	Річне посування, м/рік
	Добова, м ³ /добу	Річна, м ³ /рік			
ЭШ-10/50	7445	3424746	14	1732	141
ЭШ-10/50	7445				
ЭШ-10/50	7445	3424746	13	1675	157
ЭШ-10/50	7445				
ЭШ-10/50	7445	3424746	13	1619	163
ЭШ-10/50	7445				
ЭШ-10/50	7445	3424746	13	1563	169
ЭШ-10/50	7445				
ЭШ-10/50	7445	3424746	10	1510	227
ЭШ-10/50	7445				

З приведених розрахунків видно, що прийняте обладнання забезпечує необхідну річну продуктивність кар'єра по рудних пісках (2,7 млн м³/рік) та по розкривним породам (13,5 млн м³/рік).

Добовий об'єм породи, який підлягає вийманню:

$$V_{\text{розк. доб}} = \frac{Q_{\text{ВСКР.}}}{N_{\text{рд}}} = 13500000/230 = 58696 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де $N_{\text{рд}}$ – кількість робочих днів у році.

Розрахуємо необхідну кількість екскаваторів для виймання добового об'єму породи:

$$N_{\text{екс}} = \frac{V_{\text{ВСКР. сум}}}{Q_{\text{ЭШ-10/50}}} = 58696/7445 = 7,8 \approx 8 \text{ од},$$

де: $Q_{\text{ЭШ-10/50}}$ - добова продуктивність екскаватора, встановленого на розкривному уступі.

Приймаємо 8 екскаваторів.

Проведемо перевірку обраних автосамоскидів по геометричній місткості кузова та вантажопідйомності відповідно:

$$V_{\text{ном}} = \frac{n_k \times E \times K_n \times K_y}{K_p} = \frac{4 \times 10 \times 0,83 \times 0,94}{1,25} = 25 \text{ м}^3;$$

де: E – ємність ковша;

K_n - коефіцієнт наповнення ковша;

K_y - коефіцієнт ущільнення породи в кузові відносно її стану у ковші;

n_k - число засипок екскаватора;

K_p - коефіцієнт розпушення породи у кузові

$$m_{\text{ном}} = \frac{n_k \times E \times K_n \times \rho}{K_p} = \frac{4 \times 10 \times 0,83 \times 2,0}{1,25} = 53 \text{ т}$$

Автосамоскиди вантажоемністю 55 т за технічними характеристиками підходять для роботи в комплексі з екскаваторами з ємністю ківша - 10 м³.

Розрахунок робочих майданчиків виймальних-навантажувального обладнання.

Рациональна ширина заходки для екскаватора-драглайна ЕШ 10/50 визначається за формулою:

$$A = R_q \sin \omega_2 = 46,5 \sin 40^\circ = 30 \text{ м},$$

де ω_2 – кут повороту екскаватора від його вісі при черпанні, для розвантаження, град.;

R_q – максимальний радіус черпання, м

Розрахунок ширини призми можливого обвалення для видобувного уступу

$$z = h * (\operatorname{ctg} 40^\circ - \operatorname{ctg} 50^\circ) = 10,0 * (1,191754 - 0,839110) = 3,5 \text{ м},$$

де α – кут нахилу укосу уступу, град; $\alpha_n = 40^\circ$ – природний кут укосу уступу

Розрахунок ширини робочої площадки для видобувного уступу:

$$Ш_{P,П} = A + c + T + c + z = 30 + 3 + 15 + 3 + 3,5 = 54,5 \text{ м},$$

де c – ширина узбіччя ($c = 3$ м); T – ширина транспортної смуги, при двобічному русі ($T = 15$ м); z – ширина призми можливого обвалення, м.

Розрахунок ширини призми можливого обвалення для розкривного уступу

$$Z = h * (\operatorname{ctg} 40^\circ - \operatorname{ctg} 50^\circ) = 13,0 * (1,191754 - 0,839110) = 8,4 \text{ м},$$

Розрахунок ширини робочої площадки для розкривного уступу:

$$Ш_{P,П} = A + c + T + c + z = 30 + 3 + 15 + 3 + 8,4 = 59,4 \text{ м}$$

4.4. Відвальні роботи

Розкривні породи намічається розташовувати у зовнішніх і внутрішніх відвалах у виробленому просторі кар'єру. Розкривні породи, що розробляються екскаваторами САТ - 6018 та ЕШ-10/50 вивозяться автосамоскидами типу САТ 773 та Белаз -7555 на зовнішні та внутрішні відвали кар'єру. Їх відсіпка ведеться ярусами висотою до 10,0 м.

Для ув'язки відміток поверхні відвалів, що насипаються і земної поверхні з метою створення єдиної площини під гірничотехнічну рекультивацію, передбачається засипка понижень (котлованів) за контуром

кар'єру до рівня відвалу, та зрізання виступів, хребтів, але це залежить від узгодження з землекористувачами.

Родючий шар складується окремо від інших видів розкривних порід, де він зберігатиметься до початку робіт з гірничотехнічної рекультивації.

Відсипка внутрішніх відвалів ведеться із збереженням послідовності залягання геологічних шарів в наступній послідовності:

- в основі відвалу укладаються безглинисті піски сарматського ярусу для підвищення стійкості відвалу;

- в верхній ярус відвалу укладаються суглинки – потенційно родючі породи.

Загальний об'єм розкривних порід зовнішніх та внутрішніх відвалів складе 884 млн м³.

При насипанні ярусу відвала робочий кут укосу приймається рівним куту природного укосу порід у розпушеному стані і складає 33-40°, а неробочий рекультивований укіс, з урахуванням довготривалої стійкості – 15-25°.

Для формування відвалу у виробленому просторі Мотронівсько-Аннівського кар'єру рудних пісків приймається бульдозерне відвалоутворення, здійснюване периферійним способом.

При периферійному відвалоутворенні автосамоскиди розвантажуються по периферії відвального фронту у безпосередній близькості від верхньої бровки ярусу відвала. У цьому випадку частина, або вся порода, бульдозером зіштовхується вниз, під укіс ярусу. Перевагою периферійного відвалоутворення є різке зменшення об'ємів планувальних робіт на відвалі, які виконуються бульдозером.

Технологічний процес периферійного бульдозерного відвалоутворення при автомобільному транспорті складається з трьох операцій:

- розвантаження автосамоскидів;
- планування розвантажувального майданчика шириною не менше 10 м з кутом ухилу в середину відвалу 3°;
- ремонт і облаштування автодоріг.

Розвантаження автосамоскидів на відвалі повинне здійснюватися у місцях за допустимою призмою обвалення.

На бульдозерних відвалах розвантажувальний майданчик повинен мати по усьому фронту розвантаження поперечний ухил не менше 3° , направлений від бровки укусу ярусу у глибину відвала. На всій протяжності розвантажувального майданчика по межі призми обвалування слід створювати запобіжний вал заввишки не менше 1,0м (0,5 діаметру колеса автосамоскидів).

Для унеможливлення підтоплення основи відвалів атмосферними опадами та забезпечення відтоку води від місць виробництва гірничих робіт проходяться канами по дну кар'єру, направлені у бік зумпфів.

Планування відвалів передбачається здійснювати бульдозерами САТ-D8R. Продуктивність бульдозера на планувальних роботах визначається за формулою:

$$Q = \frac{3600 \cdot V_n \cdot K_v}{n \cdot \left(\frac{L}{V_1} + t_{\text{пов.}} \right)} = \frac{3600 \cdot 6,62 \cdot 0,85}{\left(\frac{2 \cdot 20}{2} + 10 \right)} = 675 \text{ м}^3/\text{год}, \text{ або } 7740 \text{ м}^3/\text{зм};$$

де: V_n - об'єм породи у розрихленому стані, який переміщується бульдозером, м^3 :

$$V_n = \frac{l \cdot h \cdot a}{2} = \frac{4,3 \cdot 1,5 \cdot 2,1}{2} = 6,62 \text{ м}^3,$$

де:

$l = 4,3$ - довжина відвала бульдозера, м;

$h = 1,5$ - висота відвала бульдозера, м;

α - ширина призми переміщуваної породи, м;

$$a = \frac{h}{\text{tg}\psi} = \frac{1,5}{\text{tg}35^\circ} = \frac{1,5}{0,7} = 2,1 \text{ м}$$

ψ - кут природного укусу ґрунту (35°);

$L = 20 \text{ м}$ - довжина ділянки роботи;

$V = 2 \text{ м/с}$ - середня швидкість бульдозера при плануванні ;

$t_{\text{пов}} = 10 \text{ с}$ - час, що витрачається на переключення напрямку руху при кожному проході;

$K_b = 0,85$ - коефіцієнт використання бульдозера у часі.

Необхідна кількість бульдозерів:

$$15500000/230/2/7740 \times 1,1 = 4,8 \text{ од.}$$

В роботі буде зайнято 5 робочих бульдозерів з розміщенням по 1 бульдозеру на кожний ярус.

По мірі насипання та планування відвали будуть рекультивуватися з метою подальшого використання їх поверхні в лісовому господарстві.

5. ОБГРУНТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ

Гірничотехнічна рекультивація - комплекс робіт, що проводиться гірничо-видобувним підприємством у процесі розробки родовища з метою відновлення територій порушених гірничими роботами. Сюди входить підготовка порушеної поверхні для наступної біологічної рекультивації, формування поверхні відвалів та укосів у виробленому просторі кар'єру, покриття його родючим шаром.

Забороняється вести гірничі роботи при розробці корисних копалин без попереднього зняття і складування родючого шару для використання його при рекультивації. На гірничому підприємстві розробляється загальний план рекультивації та річні плани рекультивації земель.

Рекультивовані землі можуть бути використані під посіви сільськогосподарських культур, луки, пасовища, лісонасадження, водоймища, ставки та для будівництва. До родючого шару відносяться елювіальні відкладення потужністю 0,2-1,1 м.

Проектна глибина кар'єру Мотронівського ГЗК буде досягати до 100 м. Суглинки та інші породи м'якого розкриву згідно з проведеними аналізами при геологорозвідувальних роботах є повністю ґрунтоутворюючими породами, тому незначне примішування суглинків до родючого шару не знизить його агрохімічних властивостей.

Для рекультивації земель, порушених на Мотронівському кар'єрі, вибрано використання земель під лісонасадження.

Потужність родючого шару, що наноситься на сплановану поверхню – не менше 0,2 м.

Основними роботами при проведенні гірничо-технічної рекультивації будуть:

- планування поверхні внутрішніх відвалів;
- виположення укосів ярусів відвалів. В основному переміщення порід

проводиться у напрямку виположення, при необхідності породи переміщуються і вздовж уступу на відстань до 50м для утворення більш рівного в плані виположеного уступу і витримання кута схилу не більше 15° ;

- переміщення (повернення) зовнішніх відвалів родючого шару, розміщених безпосередньо за бортом кар'єру;

- зняття та нанесення родючого шару.

У зв'язку з малим об'ємом рекультивації, обладнання кар'єру працює на рекультивації лише у одну (першу) зміну. Тому, при проведенні рекультивації кар'єру роботи виконуються на планувальних роботах і на знятті та нанесенні родючого шару - бульдозером CAT-D8R, або скреперами МоАЗ - 60148 (8 м³).

Штати робітників та річна витрата матеріалів окремо на рекультивацію не виділяються, а виконуються видобувним обладнанням.

Організація робіт з гірничотехнічної рекультивації.

На першому етапі рекультивації порушених земель підлягають площі відвалів розкривних порід. При цьому планувальні роботи проводяться на відводах термінами не менше 4-х місяців, у яких пройшла основна частина консолідації порід і не буде великих просадок їх після нанесення родючого шару. Свіжонасипані породи необхідно ущільнити проходами навантаженого автосамоскиду або скрепера при пошаровому розміщенні порід.

Зняття та нанесення родючого шару проводяться у стислі терміни. Родючий шар зрізується скрепером або бульдозером, переміщується ними на відстань до 50м у тимчасові бурти, з яких ґрунт може відвантажуватись, або бульдозером знов переміщуватись на рекультивовані площі (відкоси кар'єру).

5.1. Гірничо-технічна рекультивація з застосуванням комплексу «екскаватор–автосамоскид-бульдозер»

Розглянемо варіант гірничо-технічної рекультивації з застосуванням комплексу гірничого обладнання «екскаватор–автосамоскид-бульдозер». Комплекс виконання взаємопов'язаних видів робіт при технології гірничо-технічної рекультивації з застосуванням такого комплексу гірничого обладнання наступний.

За допомогою бульдозера CAT-D8R проводять виположення ярусів відвалу з переміщенням гірничої маси на відстань 50м.

Попередньо проводиться розробка родючого шару ґрунту, попереду фронту гірничих робіт кар'єру, бульдозером CAT-D8R з переміщенням його на відстань до 50 м у бурти. Розробка бортів родючого шару проводиться гідравлічним екскаватором екскаватором CAT-6018 з подальшим транспортуванням автосамоскидами Белаз- 7555 (55 т) та CAT – 773 (55т) на відвали. При цьому відстань транспортування змінюється від 2 до 4 км, в залежності від місця проведення рекультивації.

Розрівнювання розкривних порід відвалу (планування рельєфу) також здійснюється бульдозером CAT-D8R з переміщенням порід на відстань 20 м. Після цього відбувається розрівнювання та планування родючого шару на спланованій поверхні бульдозером.

Після нанесення, розрівнювання та планування родючого шару на спланованій поверхні бульдозером проводиться біологічна рекультивація - внесення мінеральних добрив та посадка саджанців дерев.

Річний об'єм гірничотехнічної рекультивації відвалів наведений в табл. 5.1.

Річний розрахунковий об'єм з рекультивації відвалів
Мотронівсько-Аннівського кар'єру рудних пісків

№ з/ п	Найменування об'єктів робіт	Кількість од. вим.
1	Розробка родючого шару бульдозером CAT-D8R з переміщенням на відстань 50м у бурти	115000 м ³
2	Розробка бортів родючого шару екскаватором CAT-6018 з транспортуванням а/с (55 т) на відстань до 4000 м	115000 м ³
3.	Розрівнювання розкривних порід відвалу (планування рельєфу) бульдозером CAT-D8R з переміщенням на відстань 20 м	250000 м ³ 400000 м ²
4.	Розрівнювання родючого шару на спланованій поверхні бульдозером CAT-D8R з переміщенням на відстань 20м	115000 м ³ 400000 м ²
5	Планування родючого шару бульдозером CAT-D8R	400000 м ²
6	Виположення ярусів відвалу бульдозером CAT-D8R з переміщенням порід на відстань 50м	3800м ³ 10000 м ²
7	Внесення мінеральних добрив	42 га
8	Посадка саджанців дерев	42 га

Як видно з даних, що наведені в табл. 6.1 загальний об'єм порід, що розробляється екскаватором CAT-6018 складає – 115 тис. м³ з транспортуванням а/с (55 т) на відстань від 1 до 4 км. Загальний об'єм порід, що розробляється бульдозером CAT-D8R – 583,8 тис. м³.

На рис. 5.1 наведено паспорт вибою екскаватора пряма мехлопата при розробці родючого шару ґрунту.

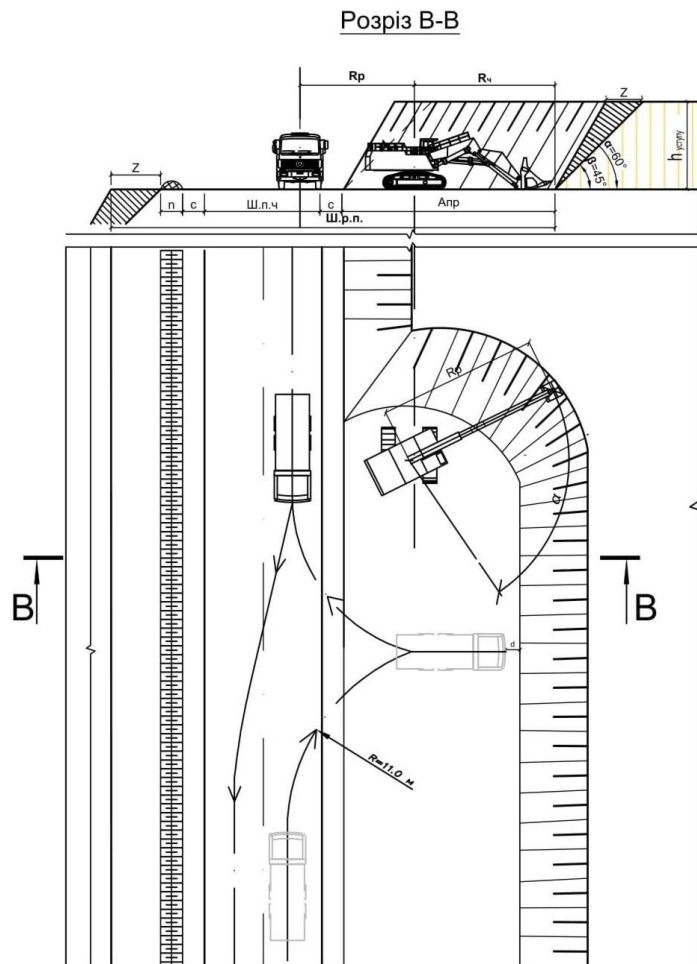


Рис. 5.1. Паспорт вибою екскаватора пряма мехлопата при розробці родючого шару ґрунту

Параметри системи розробки ґрунтів екскаватором CAT-6018 (типу "пряма лопата" з ємкістю ковша 10 м³):

1. Ширина робочої площадки:

$\text{Ш}_{\text{рп}} = \text{А}_{\text{пр}} + \text{С} + \text{Ш}_{\text{п.ч.}} + \text{С} + \text{п} + \text{Z}$, де

1.1 Ширина заходки $\text{А}_{\text{пр}}$, м = 1,5 радіуса черпання екскаватора –

1.2 Радіус черпання для екскаватора CAT-6018 - $R_{\text{м}} = 12$ м.

Відповідно $\text{А}_{\text{пр}} = 1,5 \times 12 = 18$ м

1.3 Ш.п.ч. - ширина проїзної частини (згідно ДБН В.2.3-4-2000, табл. 2.1) = 6,0 м.

1.4 С - ширина обочини не менше 1,5 м (згідно НТП, Гл. 4, п.4.2.5)

1.5 п - ширина запобіжного валу >1,5м (згідно НТП)

1.6 Z - макс. ширина берми обрушення , розраховується згідно формули:

$$H (\text{ctg ст.} - \text{ctg роб.}) = 6.0 (1 - 0.58) = 2,5 \text{ м}$$

$$\text{Ш.р.п.} = 18 + 1.5 + 6.0 + 1.5 + 1.5 + 2.5 = 31 \text{ м}$$

2. Кут стійкого укосу ρ , град. 45 (згідно НТП, Гл. 4)
3. Кут робочого укосу α , град. 60 (згідно НТП, Гл. 4)
4. Радіус розвантаження $R_p = 9,4 \text{ м}$
6. Мінімальна віддаль від частин платформи, які обертаються $d = 1.0 \text{ м}$
7. Висота черпання $h = 10,0 \text{ м}$

5.2. Гірничо-технічна рекультивація з застосуванням автоскреперів

Розглянемо варіант гірничо-технічної рекультивації з застосуванням самохідних скреперів типу МоАЗ - 60148 (8 м^3) та бульдозерів CAT-D8R. Виконання взаємопов'язаних видів робіт при технології гірничо-технічної рекультивації з застосуванням такого комплексу гірничого обладнання наступний.

За допомогою бульдозера CAT-D8R проводять виположення ярусів відвалу з переміщенням гірничої маси на відстань 50м. Розрівнювання розкривних порід відвалу (планування рельєфу) також здійснюється бульдозером CAT-D8R з переміщенням порід на відстань 20 м.

Попередньо проводиться розробка родючого шару ґрунту, попереду фронту гірничих робіт кар'єру, за допомогою скреперів типу МоАЗ - 60148 з переміщенням його в тимчасові склади (бурти) на відстань до 200 м . В подальшому розробка буртів родючого шару проводиться скреперами та транспортується на відвали і наноситься та планується на спланованій поверхні відвалу.

Після нанесення, розрівнювання та планування родючого шару на спланованій поверхні скрепером проводиться біологічна рекультивація - внесення мінеральних добрив та посадка саджанців дерев.

Річний об'єм гірничотехнічної рекультивації відвалів та види робіт наведені в табл. 5.2.

Річний розрахунковий об'єм з рекультивації відвалів
Мотронівсько-Аннівського кар'єру

№ з/ п	Найменування об'єктів робіт	Кількість од. вим.
1	Розробка родючого шару скреперами МоАЗ - 60148 (8 м ³) з переміщенням на відстань до 4000м на відвал для нанесення	115000 м ³
2.	Розрівнювання розкривних порід відвалу (планування рельєфу) бульдозером САТ-D8R з переміщенням на відстань 20 м	250000 м ³ 400000 м ²
3.	Розрівнювання родючого шару на спланованій поверхні скреперами МоАЗ – 60148 з переміщенням на відстань 20м	115000 м ³ 400000 м ²
4	Виположення ярусів відвалу бульдозером САТ-D8R з переміщенням порід на відстань 50м	3800м ³ 10000 м ²
5	Внесення мінеральних добрив	42 га
6	Посадка саджанців дерев	42 га

Як видно з даних, що наведені в табл. 5.2 загальний об'єм порід, що розробляється скреперами МоАЗ – 60148 складає – 115 тис. м³ з транспортуванням на відстань від 1 до 4 км. Загальний об'єм порід, що розробляється бульдозером САТ-D8R – 253,8 тис. м³.

Паспорт вибою самохідного скрепера при розробці родючого шару ґрунту наведено на рис. 5.2.

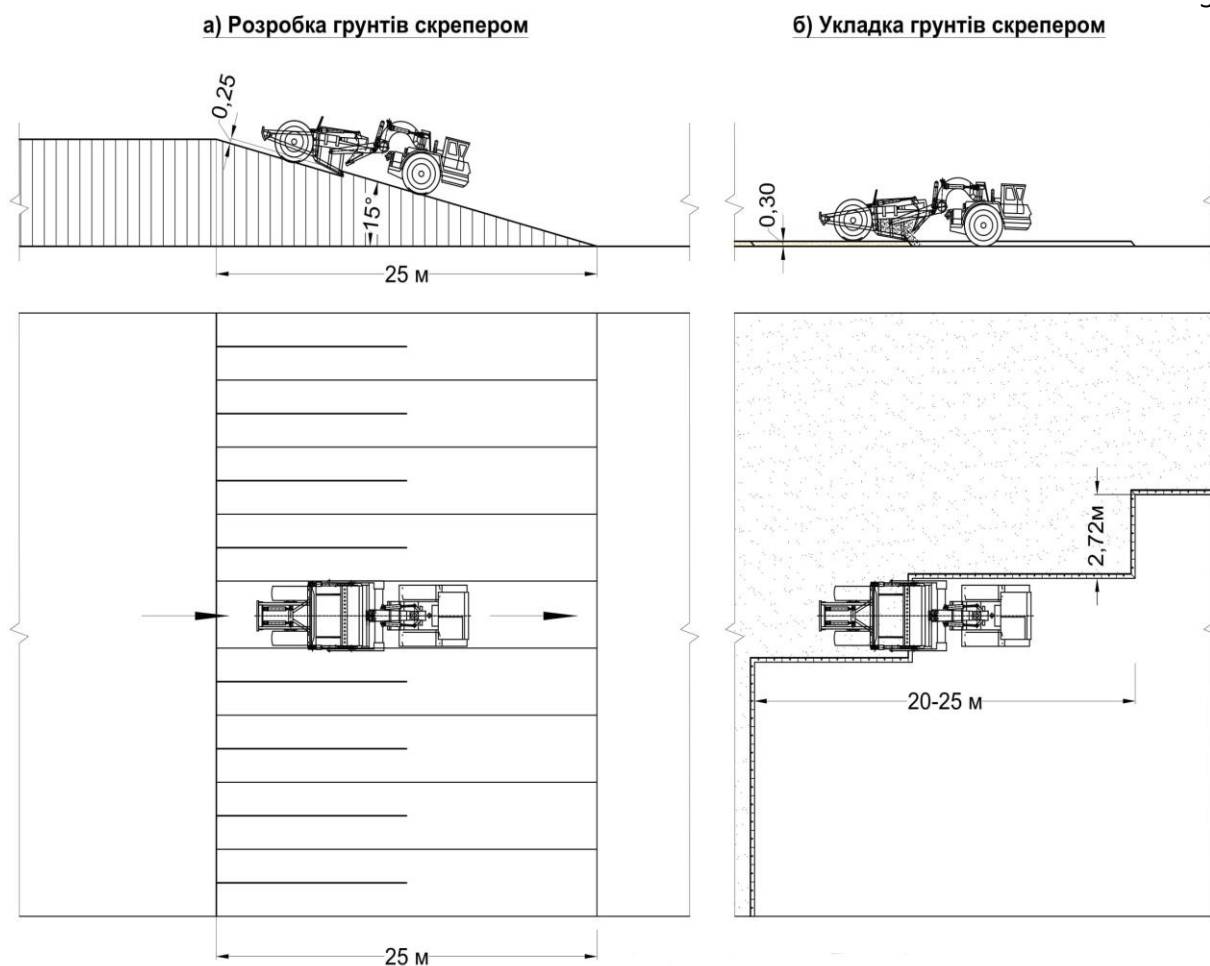


Рис. 5.2. Паспорт вибою самохідного скрепера при розробці та укладанні родючого шару ґрунту

6. ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

При першому варіанті гірничо-технічної рекультивації з застосуванням комплексу гірничого обладнання «екскаватор–автосамоскид–бульдозер» види та об'єми робіт наведені в табл. 6.1.

При цьому загальний об'єм порід, що розробляється екскаватором CAT-6018 складає – 115 тис. м³ з транспортуванням а/с (55 т) на відстань від 1 до 4 км. Загальний об'єм порід, що розробляється бульдозером CAT-D8R – 583,8 тис. м³.

При застосуванні скреперів та бульдозерів (2 варіант) для виконання гірничо-технічної рекультивації види та об'єми робіт, що виконуються наведені в табл.6.2 : загальний об'єм порід, що розробляється скреперами МоАЗ – 60148 складає – 115 тис. м³ з транспортуванням на відстань від 1 до 4 км до відвалів. Загальний об'єм порід, що розробляється бульдозером CAT-D8R – 253,8 тис. м³.

Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів для забезпечення транспортування родючого ґрунту для рекультивації відвалів.

Виходячи з продуктивності екскаватора CAT-6018, що навантажує родючий ґрунт в автосамоскиди, та яка визначена в розділі 4 і становить – 3039 м³/зм , розраховуємо необхідну кількість автосамоскидів.

Проведемо перевірку обраного автосамоскида по геометричній місткості кузова і за вантажопідйомністю відповідно:

$$V_{ном} = \frac{n_k \times E \times K_n \times K_y}{K_p} = \frac{4 \times 10 \times 0,83 \times 0,94}{1,25} = 25 \text{ м}^3;$$

де E - ємність ківша екскаватора;

K_n - коефіцієнт наповнення;

K_y - коефіцієнт ущільнення породи в кузові в порівнянні з її станом в ковші;

n_k - число ковшів екскаватора для навантаження автосамоскида;

K_p - коефіцієнт розпушеності породи в кузові

$$m_{ном} = \frac{n_k \times E \times K_{н.} \times \rho}{K_p} = \frac{4 \times 10 \times 0,83 \times 2}{1,25} = 53 \text{ т.}$$

Рухомий склад автосамоскидів з вантажопідйомністю 55 т підібраний правильно.

Тривалість рейсу автосамоскидів:

$$T_p = 60 * (L/V_{зр} + L/V_{пор}) + Q_u, \text{ хв.},$$

де L – середня відстань транспортування гірничої маси, км;

$V_{зр}$ та $V_{пор}$ – швидкість руху відповідно в вантажному і порожньому напрямках, км/ч;

Q_u – тривалість паузи за цикл, хв.

$$Q_u = t_n + t_o + t_m + t_p, \text{ хв.},$$

де t_n – тривалість робочого циклу екскаватора, с;

t_o – тривалість очікування навантаження і розвантаження, $t_o = 1 \dots 1,5$ хв.;

t_m – затримки на маневрування, $t_m = 1,5 \dots 3$ хв.;

$$t_n = (n_k * t_u) / 60 = (4 * 55) / 60 = 3,7 \text{ хв.}$$

$$Q_u = 3,7 + 1,5 + 2,5 + 1 = 8,7 \text{ хв.}$$

При відстані транспортування 1 км тривалість рейсу автосамоскида буде наступна:

$$T_p = 60 * (1,0/20 + 1,0/30) + 8,7 = 13,5 \text{ хв.}$$

При відстані транспортування 2,3 та 4 км – тривалість рейсу автосамоскида відповідно буде становити – 19, 23,7 та 28,5 хв.

Тоді експлуатаційну продуктивність автосамоскида визначаємо за формулою:

при $L_{mp} = 1$ км,

$$Q_a = (60 * m * T_{зм} * K_u) / (T_p * p) = (60 * 55 * 12 * 0,85) / (13,5 * 1,9) = 1312 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Продуктивність автосамоскида при $L_{mp} = 2,3$ та 4 км відповідно становить: 932, 746 та 622 м³/зм.

Кількість рейсів за зміну складе при $L_{mp} = 1$ км:

$$n_p = (60 * T_{зм} * K_v) / T_p = (60 * 12 * 0,95) / 13,5 = 47 \text{ рейсів / зміну}$$

Кількість автосамоскидів, що забезпечують виконання запланованого об'єму перевезення порід родючого шару для рекультивації складе при $L_{mp} = 1$ км:

$$N_{авт} = K_{инв} * V_{зр} / Q_{авт} = 1,25 * 3039 / 1312 = 3 \text{ авт./зм.}$$

Кількість автосамоскидів при відстанях транспортування – 2, 3 та 4 км становить відповідно: 5, 6 та 7 автосамоскидів.

Результати розрахунку капітальних та експлуатаційних витрат наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат при
проведенні рекультивації

№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Розхідний матеріал	Вартість за од. тис. грн	Вартість, тис. грн	Капіталовкладення на 1 м ³ гірничої маси, грн
Капітальні витрати						
1	Екскаватор Cat - 6018	од.	1	82500	82500	717,4
2.1	Автосамоскид, САТ - 773 $L=1$ км,	од.	3	18150	54450	473,5
2.2	Автосамоскид, САТ - 773, $L=2$ км	од.	5	18150	90750	789,13
2.3	Автосамоскид, САТ - 773, $L=3$ км	од.	6	18150	108900	947,0
2.4	Автосамоскид, САТ - 773, $L=4$ км	од.	7	18150	127050	1104,78

3	Бульдозер CAT – D7R	од.	2	21450	42900	373,04
					Разом	1563,94
					$L=1$ км	
					$L=2$ км	1879,57
					$L=3$ км	2037,44
					$L=4$ км	2195,22
Експлуатаційні витрати						
№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Розхідний матеріал	Вартість за од., грн	Вартість, тис. грн	Витрати на 1м ³ , грн
1	Паливо для екскаватора CAT -6018	кг/м ³	0,675083	20,4		13,77
2	Паливо для автосамоскидів	кг/м ³	0,572515	20,4		11,68
3	Паливо для бульдозера CAT – D7R	кг/м ³	0,213287	20,4		4,35
4	Заробітна плата та нарахування					10,36
5	Утримання обладнання	грн/м ³				13,12
6	Загальновиробничі витрати	грн/м ³				2,07
	Собівартість	грн/м ³				55,35
	ПДВ	%	20			11,07
	Всього собівартість	грн/м ³				66,42

Розрахунок необхідної кількості скреперів для забезпечення транспортування та нанесення родючого ґрунту для рекультивації відвалів.

Робочий цикл скрепера складається з наступних операцій:

- 1) Час на зрізання ґрунту шаром певної товщини h_{cl} при відкритій передній заслінці і наповнення ковша t_z , (60 с).
- 2) Транспортування ґрунту до місця розвантаження L_{zp} .
- 3) Час на розвантаження ґрунту шаром необхідної товщини $h_{отс}$ при русі скрепера з піднятою передньою заслінкою і включеним механізмом примусового розвантаження t_p , (50 с).
- 5) Повернення до місця набору ґрунту - холостий хід L_{nx} .

Виконання операцій робочого циклу супроводжується поворотами машини на початку і кінці ділянки t_n .

Експлуатаційна продуктивність скрепера — це кількість ґрунту, що розробляється і відсипається в одиницю часу ($\text{м}^3/\text{год}$). Визначення експлуатаційної продуктивності скрепера дозволяє оцінити вплив конструктивних і технологічних параметрів робочого процесу і ефективність використання машини в конкретних умовах.

Експлуатаційна продуктивність скрепера обчислюється за формулою:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot V \cdot K_n \cdot K_{\epsilon}}{K_p \cdot \left(t_z + \frac{L_{zp}}{V_{zp}} + t_p + \frac{L_{nx}}{V_{nx}} + 2 \cdot t_n \right)}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}},$$

де V — геометрична ємкість ківша, м^3 K_n — коефіцієнт наповнення ківша ґрунтом, $K_n=1$; K_{ϵ} — коефіцієнт використання машини за часом ($K_{\epsilon} = 0,7-0,8$); K_p — коефіцієнт розпушування ґрунту ($K_p = 1,3$); L_{zp} — шлях переміщення навантаженого скрепера, м; L_{nx} — шлях порожнього ходу скрепера, м; V_{zp} — швидкість руху навантаженого скрепера, м/с; V_{nx} — швидкість порожнього ходу скрепера, м/с; t_n — час повороту скрепера (15 с).

Використовуючи формулу експлуатаційної продуктивності скрепера визначаємо необхідну кількість скреперного парку для виконання планового завдання по рекультивації відвалів при транспортуванні родючого шару ґрунту (115 тис. м³) на відстань: 1, 2, 3 та 4 км.

Результати розрахунку наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

№ з/п	Відстань транспортування, км	Продуктивність м ³ / год	Змінна продуктивність, м ³ /зм	Кількість скреперів, од.
1	1	48	580	6
2	2	26	319	11
3	3	18	220	17
4	4	14	168	22

Результати розрахунку капітальних та експлуатаційних витрат при використанні скреперів та бульдозерів на рекультиваційних роботах наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат при проведенні рекультивації

№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Розхідний матеріал	Вартість за од. тис. грн	Вартість, тис. грн	Капіталовкладення на 1 м ³ гірничої маси, грн
Капітальні витрати						
1.1	Скрепер МоА3-60148 $L=1$ км	од.	6	13200	79200	688,7
1.2	$L=2$ км	од.	11	13200	145200	1262,6
1.3	$L=3$ км	од.	17	13200	224400	1951,3

1.4	L=4 км	од.	22	13200	290400	2525,21
3	Бульдозер CAT – D7R	од.	2	21450	42900	373,04
					Разом	1061,74
					L= 1 км	
					L=2 км	1635,64
					L=3 км	2324,34
					L=4 км	2898,25
Експлуатаційні витрати						
№ з/п	Найменування	Одиниця виміру	Розхідний матеріал	Вартість за од., грн	Вартість, тис. грн	Витрати на 1м ³ , грн
1	Паливо для скрепера МоАЗ-60148	кг/м ³	0,96	20,4		19,58
2	Паливо для бульдозера CAT – D7R	кг/м ³	0,213287	20,4		4,35
4	Заробітна плата та нарахування					8,36
5	Утримання обладнання	грн/м ³				10,12
6	Загальновиробничі витрати	грн/м ³				2,07
	Собівартість	грн/м ³				44,48
	ПДВ	%	20			8,89
	Всього собівартість	грн/м ³				53,37

При використанні комплексу обладнання, що складається з скреперів та бульдозерів експлуатаційні витрати менше на 13 грн/м³ ніж при

використанні комплексу гірничотранспортного обладнання: «екскаватор-самоскид-бульдозер» і становлять 53,37 грн/м³, проти 66,42 грн/м³.

На рис. 6.1 наведено графіки залежностей капіталовкладень на 1 м³ гірничої маси від відстані транспортування при проведенні гірничо-технічної рекультивації для двох варіантів використання комплексів гірничотранспортного обладнання: «екскаватор-самоскид-бульдозер» та «скрепер-бульдозер».

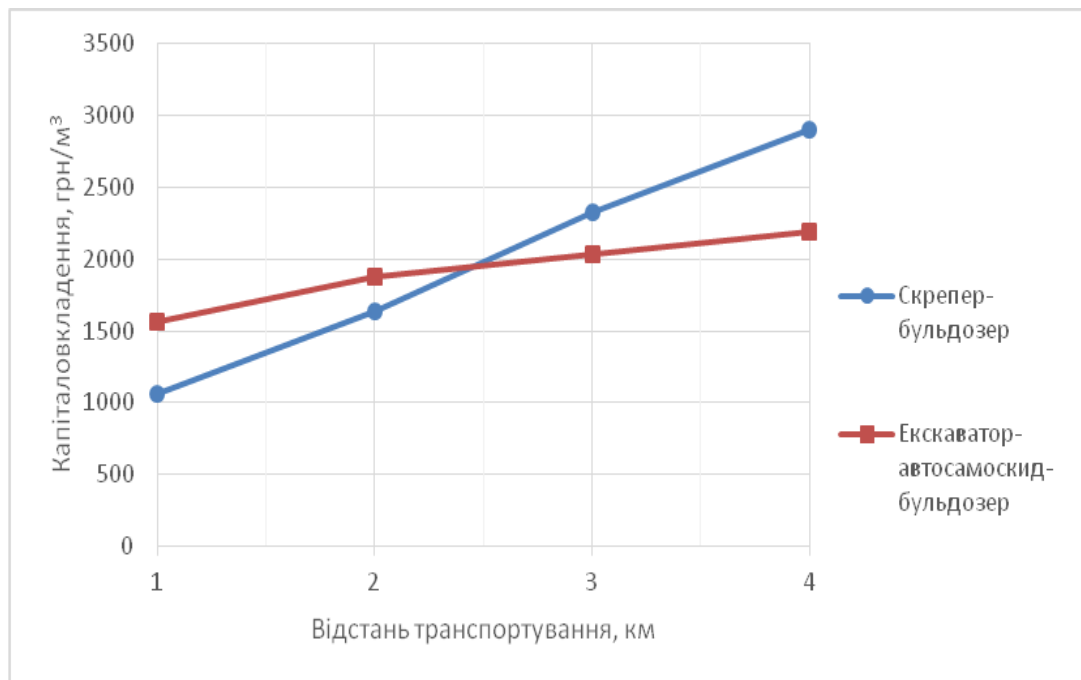


Рис. 6.1. Графіки залежностей капіталовкладень на 1 м³ гірничої маси від відстані транспортування

З даних графіків, що наведено на рис. 6.1 бачимо, що використання комплексу обладнання «скрепер-бульдозер» вигідніше при відстані транспортування до 2,5 км. При транспортуванні родючого шару ґрунту на відстань понад 2,5 км вигідніше застосування комплексу гірничотранспортного обладнання «екскаватор-самоскид-бульдозер».

В цілому експлуатаційні витрати при використанні обладнання «скрепер-бульдозер» менші на 13 грн/м³ ніж при обладнання: «екскаватор-самоскид-бульдозер».

7. ПРИКЛАДИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ

Традиційний комплекс рекультивації вимагає великих фінансових та матеріальних ресурсів. На окремих етапах рекультивації можна спостерігати деградаційні явища: вітрова та водяна ерозія ґрунтів, загибель висаджених рослин і т.п.

Завдання зменшення площі орних земель відображено також і в концепції сталого розвитку України. Пропонується до 2030 року зменшити площу орних земель на 10%. Методикою, яка розроблена Мінагрополітики України [7], рекомендовано вилучати з ріллі і переводити в інші категорії наступні землі: 1) на схилах з ухилом 3^0 і більше, 2) малопродуктивні землі малої родючості, 3) раніше розорані землі в водозахисних смугах, 4) землі навколо тваринницьких комплексів для їх переводу в пасовища, 5) забруднені радіонуклідами. Еродовані ділянки, нахилені більше ніж на 7%, а також ділянки з піщаним ґрунтом доцільно взагалі вилучати із сільськогосподарського використання.

Естетичну привабливість територій оцінюють за показниками, представленими в табл. 7.1 [7].

Таблиця 7.1

Критерії оцінки рекреаційної цінності ландшафтів

Параметри	Характеристика насаджень			
	Клас віку	Бонітет	Зімкнутість	Оцінка в балах
Наявність видових точок, далеких перспектив, «запозиченого пейзажу»	V і більше	I - II	0,2 - 0,5	5
Яскраво виражений горбистий рельєф, чергування відкритих, напівзакритих і закритих просторів з насадженнями горизонтальної зімкнутості і підліском	Не потребує диференційованої характеристики			4
Спокійний дещо хвилястий рельєф, чергування відкритих, напівзакритих і закритих просторів менше виражене	III - IV	III - IV	0,4 - 0,7	3
Монотонний рівний рельєф, відсутнє	I - II	V	0,7 - 1,0	2

помітне чергування просторів			
Особлива сумісність несприятливих факторів: густі молодняки, заболоченість, непрохідність	Не потребує диференційованої характеристики		1

Як видно із даних табл. 7.1, найціннішими для рекреації є землі з горбистим рельєфом, з чергуванням закритих та відкритих просторів, з наявністю видових точок, старих дерев. Території в зоні проведення відкритих гірничих робіт в основному відповідають вказаним вимогам. Кар'єрні виробки оточені зовнішніми відвалами, що в комплексі утворює унікальний неповторний рельєф, дає широкий простір для творчості ландшафтного архітектора. Відвали самотужки заростають різноманітною рослинністю, вік якої досягає терміну експлуатації кар'єру.

В свою чергу порушені гірничими роботами території при правильному поводженні являють собою унікальні ландшафти, які відрізняються від історичного різноманіттям форм рельєфу, наявністю водойм, багатством екологічних ніш.

Основою до вирішення задач ревіталізації є прогнозування процесів самовідновлення з метою використання цих процесів при плануванні постмайнінгу. Методи прогнозування розроблені у працях з гідрогеології, інженерної геології, геомеханіки. Проблемі захисту довкілля від негативного впливу гірничих робіт присвячений ряд узагальнюючих монографій.

Вирішення завдань ревіталізації потребує синтезу знань з гірничої справи, біології, екології, ландшафтної архітектури та інших дисциплін і уособлюється в окреме відгалуження природничих наук. Плануючі нове освоєння порушених територій, слід не тільки відмовитися від старої концепції рекультивації, але й враховувати, що посттехногенні території будуть використовуватися багато років у майбутньому. При тому будуть змінюватися як соціальні, так і кліматичні умови.

Завдання ревіталізації. Задачі, що виникають при ревіталізації порушених ландшафтів, поділяються на дві групи: 1) усунення негативних

екологічних наслідків гірничої діяльності; 2) підготовка територій до раціонального використання в суспільному господарстві.

До завдань першої групи відноситься:

- відновлення гідрологічної мережі, кероване затоплення шахт і кар'єрів,
- захист людей і майна від небезпечних геодинамічних процесів: карсту, ерозії, зсувів, провалів, попередження затоплення і підтоплення територій.
- знешкодження джерел забруднення довкілля.

Завдання другої групи:

- районування території з виділенням ділянок, придатних для використання за різним призначенням, опрацювання ландшафтно-архітектурного плану відновленої території,
- підготовка водойм для господарського використання, проектування та винесення в натуру водозахисних смуг,
- дослідження біоти для обґрунтування створення природоохоронних об'єктів,
- рекультивація ділянок, придатних та призначених для використання у сільському та лісовому господарстві.

Зонування відновлених ландшафтів. Усунення негативних наслідків гірничо-промислової діяльності дозволяє приступити до нового освоєння посттехногенного ландшафту. Першим кроком є районування території з виділенням ділянок, придатних для використання за різним призначенням, опрацювання ландшафтно-архітектурного плану відновленої території. Порушені гірничими роботами та супутніми об'єктами території в процесі ревіталізації перетворюються в ландшафти, в яких зосереджені унікальні геологічні утворення, відроджуються рослинні угруповання, фауна хребетних, водоплаваючі птахи, гідробіоти. Перлинами цих ландшафтів є новоутворені глибокі чисті озера на місці кар'єрів.

У всьому світі вже відмовилися від ідеї повертання земель до сільськогосподарського використання, стимулюють створення куточків “дикої” природи. Приклад проектної ревіталізації Мотронівсько-Аннівського кар’єру показано на рис. 7.1. Ліворуч з внутрішніми відвалами, праворуч з хвостосховищами на відвалах.

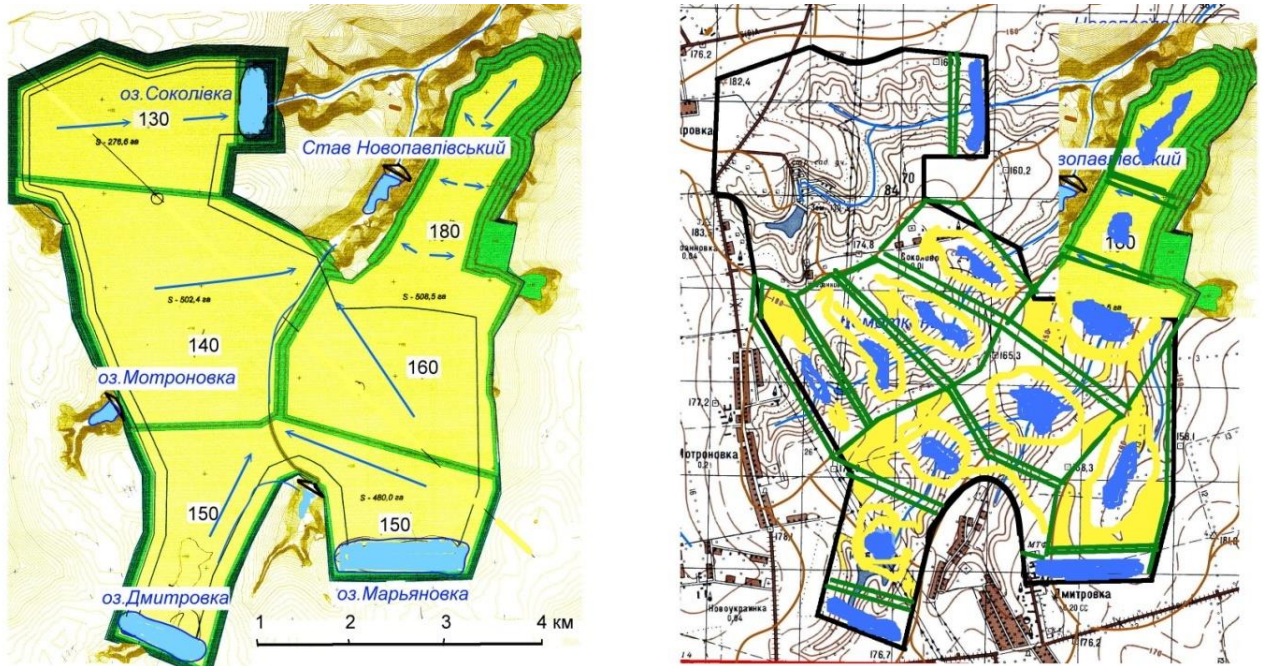


Рис. 7.1 План постехногенної території Мотронівсько-Аннівського кар’єру: ліворуч з зовнішніми хвостосховищами, праворуч з хвостосховищами на відвалах

Хоча відповідна територія Дніпропетровської області зовсім не пустеля, проблему нестачі води вирішують шляхом створення ставків. Балки з ставками є найбільше біопродуктивними, з різноманіттям рослинності і біоти, комфортними для людини ділянками ландшафту, що являють собою прообраз оазисів.

Приклад будови хвостосховища рис. 8.2 на відвалах забезпечує різноманіття форм рельєфу: схили дамб різної експозиції по відношенню до сонця, слабо нахилені піщані пляжі. Роботи з відновлення ландшафту полягають у нанесенні на поверхню дамб і на пляжі родючого ґрунту. Після

того на дамбах може бути висаджений ліс, на пляжах будуть сінокоси або сади. Частина водойми може бути підготовлена до рекреаційного використання.

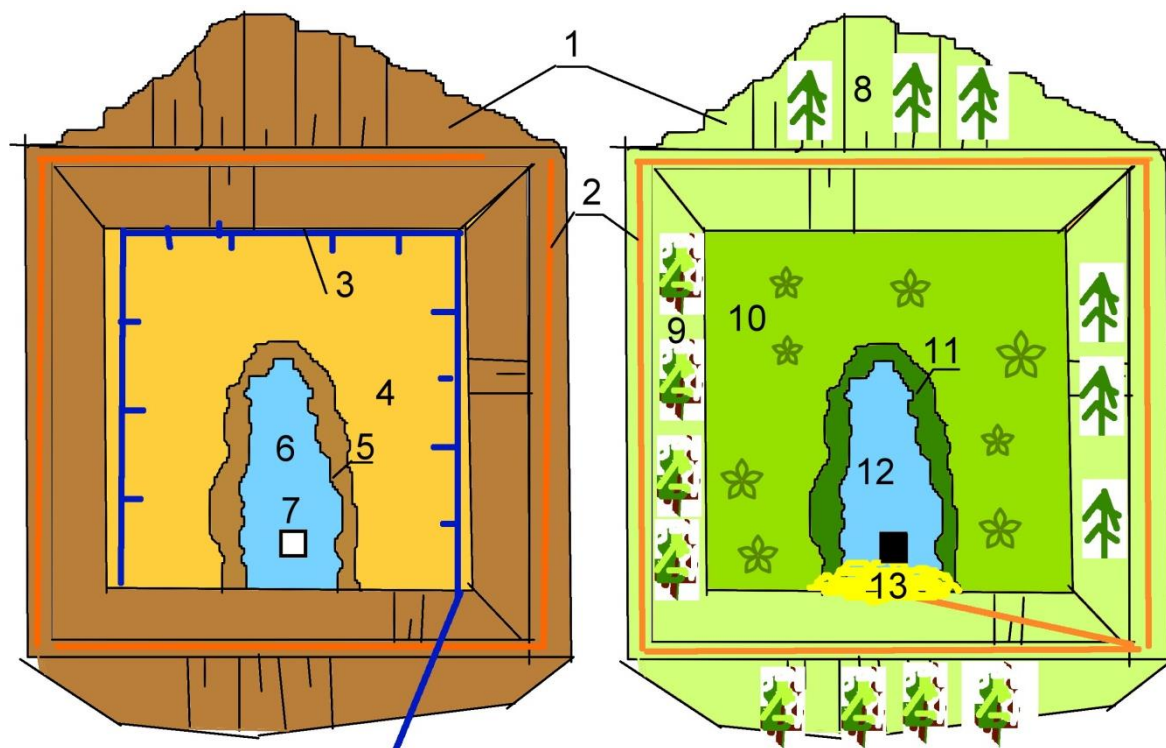


Рис. 7.2 . Схема секції хвостосховища на відвалі в період експлуатації і після ревіталізації. 1- дамба, покрита суглинком, 2-дорога, 3-пульпопровід, 4-пляж, пісок, 5-ядро, мул, 6-прудок, 7-шандорний колодязь, 8-хвойний ліс, 9-листяний ліс, 10- луки, сади, 11-луки, болото, 12 – ставок, 13 – пляж.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені у роботі задачі. Отримані наступні наукові та практичні результати:

1. розроблений алгоритм проведення розрахунків при гірничо-геометричному аналізі кар'єрного поля;
2. встановлена залежність між коефіцієнтом розкриву та об'ємами розкривних та видобувних робіт;
3. обґрунтовано оптимальний варіант гірничотransпортного комплексу для проведення гірничотехнічної рекультивації зовнішніх відвалів;
4. рекомендовано приклади ревіталізації порушених територій гірничими роботами.

У кінцевому результаті наукові дослідження, що наведені в роботі можна використовувати для проектування розробки горизонтальних родовищ, в першу чергу для умов Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського розсипного титано-цирконієвого родовища. Алгоритм гірничо-геометричного аналізу може бути використаний для всіх горизонтальних родовищ.

Техніко-економічний ефект від реалізації результатів роботи очікується позитивним завдяки оптимальному вибору варіанта гірничотransпортного комплексу для проведення гірничотехнічної рекультивації зовнішніх відвалів на кар'єрі Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть I. / под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. – 535 с.
2. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть II. / под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. – 518 с.
3. Хохряков В. С. Проектирование карьеров. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 336с.
4. Ржевский В.В. Проектирование контуров карьеров. М. Металлургиздат, 1956.
5. Новожилов М. Г., Эскин В. С., Корсунский Г. Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений. – М.: Недра, 1978. – 328с.
6. Собко Б.Е. Совершенствование технологии открытой разработки россыпных титано-циркониевых руд.- Днепропетровск: НГУ, 2008.- 167 с.
7. Гайдін А.М., Собко Б.Ю. Ревіталізація. Відновлення порушених ландшафтів в зонах діяльності гірничих підприємств: Монографія / А.М. Гайдін, Б.Ю. Собко . – Д. «Літограф», 2019. – 218 с.
8. Гайдін А.М. От геотехнологии к геоэстетике.// Тр. Междунар.конф. «Форум горняков-2008. Днепропетровск, 2008. С.39-45.
9. Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Е. Еколого-техногенна безпека України. – К.: Вид. ЕМКО, 2006. - 306 с.
10. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України. – К. : Оріон, 2004. – 128 с.
11. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами. /А.Г. Шапар, О.О. Скрипник, П.І. Копач, та ін. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. -270 с.
12. Панас Р.М. Рекультивация земель. Навчальний посібник. –Львів: Новий світ. 2000, 2005. - 224 с.

13. Родичкин И.Д. Человек, среда, отдых. – К.: Будивельник, 1977. - 239

с.

14. Hahnel L. Restoration, governance and local development in the south of Leipzig. //Proceedings IMWA 2016, Freiberg/Germany | Drebenstedt, Carsten, Paul, Michael (eds.) | Mining Meets Water – Conflicts and Solutions. P.740-744.

15. Seppala J., Hiljanen R., Nikupeteri L. Online water flow, level and water quality monitoring concept for mines. //Proceedings IMWA 2017, | Mine Water and Circular Economy. Lappeneenranta, Finland. P.22-28.

16. Warzybok W. Rekultywacja na terenach poeksploatacyjnych kopalni siarki „Jeziorko” Seminarium „Problemy ekologiczne w obszarach nadgranicznych Polski i Ukrainy” Tarnobrzeg, 2000. P.12-15.